

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 2 (39)



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

ПОДІЛЬСЬКИЙ ВІСНИК: СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ТЕХНІКА, ЕКОНОМІКА

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ, ТЕХНІЧНІ, ЕКОНОМІЧНІ І ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Заснований у 2005 р.

Випуск 2 (39)
<https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2>
Виходить двічі на рік

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

Засновник: Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Головний редактор:

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

Виконавчий редактор:

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

Випусковий редактор:

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

Редакційна колегія:

сільськогосподарські науки:

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

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

Моніка Мержва-Герштек – PhD DSc, Університет сільського господарства в 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),

Раджасекаран Р. – канд. техн. наук, професор (Індія)

технічні науки:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

економічні науки:

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

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

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

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

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

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

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

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

ветеринарні науки:

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

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

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

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

Схвалено Вченою радою ЗВО «ПДУ» (протокол № 5 від 29.06.2023 р.)

Електронний науковий журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (наказ МОН України від 10.10.2022 р. № 894) з сільськогосподарських (201 – Агрономія, 204 – Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва), технічних (152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка, 275 – Транспортні технології), економічних (051 – Економіка, 071 – Облік і оподаткування, 072 – Фінанси, банківська справа та страхування, 073 – Менеджмент, 075 – Маркетинг) та ветеринарних (211 – Ветеринарна медицина) наук.

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

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

© ЗВО «ПДУ», 2023

© Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка, 2023

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

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X



PODILIAN BULLETIN:

AGRICULTURE, ENGINEERING, ECONOMICS

Founded in 2005

Issue 2 (39)



“Helvetica”
Publishing House
2023

PODILIAN BULLETIN: AGRICULTURE, ENGINEERING, ECONOMICS

AGRICULTURAL, TECHNICAL, ECONOMIC AND VETERINARY SCIENCES

Founded in 2005

Issue 2 (39)
<https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2>
Periodicity: biannually

pISSN 2706-9052
eISSN 2706-851X

Founder: Higher Educational Institution «Podillia State University»

Editor-in-Chief:

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

Executive editor:

Bialkowska 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:

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

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

Monika Mierzwa-Hersztek – PhD DSc, University
of Agriculture in Krakow (Poland)

Chynchyk 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., Vice-Chancellor
of HEI «PSU» (Ukraine)

Rajasekaran R. – PhD in Engineering, Prof. (India)

Technical sciences:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Economic sciences:

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

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

Chykurkova A.D. – 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)

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

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

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

Recommended by Academic Council of HEI «PSU» (protocol № 5 from 29.06.2023)

The journal is included in the list of scientific professional editions of Ukraine (order by MES of Ukraine № 894 from 10.10.2022) in Agricultural Sciences (201 – Agronomy, 204 – Technology of production and processing of livestock products), Technical Sciences (152 – Metrology and information-measuring equipment, 275 – Transport technologies), Economic Sciences (051 – Economics, 071 – Accounting and Taxation, 072 – Finance, Banking and Insurance, 073 – Management, 075 – Marketing), Veterinary Sciences (211 – Veterinary medicine).

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

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

ЗМІСТ

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

Рихлівський І. П., Філь І. В. УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОГО ЖИТА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ В УМОВАХ АГРОКОМПАНІЇ «ДРУЖБА» ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	7–14
Горшар В. І., Назаренко М. М. ОСОБЛИВОСТІ ІНДУКЦІЇ МУТАЦІЙ ЗА ДІЇ НІТРОЗОМЕТИЛСЕЧОВИНИ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.....	15–20
Ласло О. О., Вербицький Я. В. ВПЛИВ РІЗНИХ ВИДІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОЛЯ ПІД ПОСІВ СОНЯШНИКА.....	21–26
Пустова Н. В., Пустова З. В., Ружальська С. ОРГАНІЧНЕ КРОЛІВНИЦТВО В УМОВАХ ПРИВАТНИХ ГОСПОДАРСТВ.....	27–34
Хоміна В. Я., Шейко Д. В. ЕЛЕМЕНТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЯК ЗАСІБ ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ.....	35–40
Цибрій-Сівак Н. В., Бахмат М. І. РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ.....	41–48
Кусаковська Н. М. УРОЖАЙНІСТЬ СУЦВІТЬ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ТА СХЕМИ САДІННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ.....	49–53
Поліщук М. І., Хавхун А. А. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ.....	54–59

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Любий Є. В., Белецька О. М. ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИЇЗДІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ У МІСТАХ УКРАЇНИ.....	60–69
Левченко Ю. В., Басова Ю. О., Молчанова Н. Ю., Ситник Д. Р. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.....	70–75
Мельник О. М. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА БЕЗПЕКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНА.....	76–81

ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

Stepanov O. D. USE OF THE MOODLE LEARNING PLATFORM BY STUDENTS-VETERINARIANS STUDYING OPERATIVE SURGERY.....	82–86
---	-------

CONTENTS

AGRICULTURAL SCIENCES

Rykhlivskiy I. P., Phil I. V. GRAIN YIELD OF WINTER RYE DEPENDS ON NORMS SOWING SEEDS AND TIMES OF MINERAL FERTILIZER APPLICATION IN THE TERMS OF AGRICULTURAL COMPANY «DRUZHBA» OF TERNOPIL REGIONS	7–14
Horshchar V. I., Nazarenko M. M. PECULARITIES OF MUTATION INDUCTION UNDER NITROSOMETHYLUREA ACTION FOR WINTER WHEAT	15–20
Laslo O. O., Verbytskyi J.V. THE INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MAIN TILLAGE ON THE PHYTOSANITARY CONDITION OF THE FIELD UNDER SUNFLOWER SOWING.....	21–26
Pustova N. V., Pustova Z. V., Róžalska S. THE ORGANIC RABBIT BREEDING IS IN THE CONDITIONS OF PRIVATE ECONOMIES.....	27–34
Khomina V. Y., Sheiko D.V. ELEMENTS OF BIOLOGIZATION AS A MEANS OF IMPROVING THE TECHNOLOGICAL INDICATORS AND QUALITY COMPOSITION OF WINTER WHEAT GRAIN IN THE WESTERN FOREST-STEPPE	35–38
Tsybrii-Sivak N. V., Bakhmat M. I. RESOURCE-SAVING AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION OF COMMON BEANS.....	35–40
Kusakovska N. M. YIELD OF NARROW-LEAVED LAVENDER INFLORESCENCES DEPENDING ON THE TERM AND SCHEME OF PLANTING IN THE WESTERN FOREST-STEPPE	49–53
Polishchuk M. I., Khavhun A. A. WAYS TO INCREASE THE YIELD OF CORN HYBRIDS IN CONDITIONS OF CLIMATE WARMING	54–59

TECHNICAL SCIENCES

Liubiy Y. V., Bieletska O. M. FEATURES OF THE ORGANIZATION OF VEHICLE DEPARTURES FROM ADJACENT TERRITORIES IN THE CITIES OF UKRAINE.....	60–69
Levchenko Yu. V., Basova Yu. O., Molchanova N. Yu., Sitnik D. R. RESEARCH OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF EQUIPMENT FOR GRAIN STORAGE.....	70–75
Melnyk O. M. ASSESSMENT OF THE ENERGY EFFICIENCY IMPACT ON THE SAFE OPERATION OF THE VESSEL.....	76–81

VETERINARY SCIENCES

Stepanov O. D. USE OF THE MOODLE LEARNING PLATFORM BY STUDENTS-VETERINARIANS STUDYING OPERATIVE SURGERY	82–86
--	-------

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

УДК 633.14“324”:631.53.048:631.82(477.84)

Рихлівський І. П.

доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: rykhlivsky@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5180-500X

Філь І. В.

спеціаліст-інженер з експлуатації МТП,
інженер з сільськогосподарських машин Агрокомпанії «Дружба»
с. Різдяне, Україна

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОГО ЖИТА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ ТА СТРОКІВ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В УМОВАХ АГРОКОМПАНІЇ «ДРУЖБА» ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Анотація

Жито озиме – цінна продовольча, кормова і технічна культура. Хліб із житнього борошна висококалорійний, містить повноцінні білки, багато легкозасвоюваних вуглеводів, вітамінів тощо. Жито – цінна кормова культура (висівки, кормове борошно, зелена маса). Воно має велике агротехнічне значення як попередник.

У сучасних умовах ведення сільського господарства інтенсивна технологія вирощування озимих зернових культур (пшениці, жита, тритикале тощо) як обов'язкові елементи її застосування включає не менше 13 пунктів агротехніки, серед них і ті два, які мають місце в назві теми.

У статті наведено результати досліджень щодо формування урожайності зерна жита озимого залежно від норм висіву насіння (млн схожих насінин на 1 га) та строків внесення мінеральних добрив (фосфорно-калійних фон та азотних у два підживлення (дробне внесення азоту) в умовах виробництва). На нашу думку, вибрані питання для дослідження у технології вирощування жита озимого відіграють важливу роль для підвищення його врожайності.

На основі проведених спостережень та обліків установлено, що в умовах західного Лісостепу України на чорноземних ґрунтах продуктивна куцистість жита озимого в середньому за два роки досліджень залежала від норми висіву і знаходилася в межах від 1,4 до 2,8, а строки внесення азотних добрив не мали на неї впливу. Висота рослин зростала зі збільшенням норми висіву насіння від 3,0 до 5,0 млн схожих насінин на 1 га та дворазового внесення азотних добрив і становила в середньому від 89,2 до 113,0 см. Подібні твердження стосуються і площі листової поверхні, яка в середньому становила 45,6 тис м²/га (була найбільшою) за норми висіву 5,0 млн шт./га та двох внесень азотних добрив. Тоді як урожайність жита була вищою в 2021 р. і сягала 51,8 ц/га за норми висіву 4,0 млн шт./га схожих насінин та за двох азотних підживлень.

Ключові слова: жито озиме, продуктивна куцистість, висота рослин, листова поверхня, урожайність зерна.

*Присвячується світлій пам'яті
професора Миколи Павловича Перепічка*

Вступ. Жито озиме – цінна продовольча, кормова і технічна культура. Хліб із житнього борошна відзначається високою калорійністю, має характерні смак і аромат. Він містить повноцінні білки (9–17%), багато легкозасвоюваних вуглеводів (80%), а також вітамінів (А, В₁, В₂, В₆, Е, РР, С). До складу зерна жита входять ненасичені жирні кислоти, здатні розчиняти холестерин в організмі людини.

Наявність у житньому хлібі повноцінних білків (багатих на незамінні для людей амінокислоти, особливо на лізин, аргінін та ін.), великої кількості легкозасвоюваних вуглеводів, а також інших дуже важливих речовин, значна калорійність житнього хліба свідчать про його високу поживність як продукту харчування, особливо за виконання людиною фізичної праці.

У складі зерна жита є ненасичені жирні кислоти, що здатні розчиняти холестерин у кровеносній системі людини, який викликає важке захворювання – атеросклероз. Завдяки цьому лікарі рекомендують людям старшого віку вживати житній хліб як профілактичний засіб від можливого захворювання.

Житній хліб має підвищену кислотність, яка зумовлена життєдіяльністю молочних бактерій. Це надає йому приємного смаку і запаху та інших цінних кулінарних ознак.

Житнє борошно часто використовують як домішку до пшеничного під час випікання популярних сортів хліба. Наприклад, відомий Український хліб залежно від сорту має у своєму складі від 80% до 20% житнього та від 20% до 80 % пшеничного борошна.

Жито озиме є також цінною кормовою культурою. У тваринництві у вигляді концентрованого корму використовують житні висівки та кормове борошно, які містять 11–12% білків і добре засвоюються тваринами. Висівають жито озиме на зелений корм, яким забезпечують велику рогату худобу в ранньовесняний період. Жито озиме має агротехнічне значення. Завдяки сильному кущенню і швидкому росту навесні воно пригнічує бур'яни, навіть багаторічні, і є добрим попередником для інших культур.

Жито озиме забезпечує рано навесні високий урожай зеленої маси, тому значні площі відводять для вирощування на зелений корм. За вмістом білка в зеленій масі (13,9%) жито переважає пшеницю озиму і кукурудзу у фазі викидання волотей. Нерідко жито озиме вирощують і на сіно. Солому жита використовують як грубий корм у вигляді запареної січки, а також для виготовлення парникових мат, корзин, паперу, саману [1, с. 23; 2, с. 210–211].

Середня врожайність жита озимого в Україні в останні роки становила 24 ц/га. На сортодільницях України та в господарствах, де його вирощують за інтенсивною технологією, збирають по 45–60 ц/га і більше [1, с. 24].

Причиною низької врожайності жита озимого є порушення агротехніки вирощування цієї культури, зокрема системи удобрення [3, с. 28].

У зв'язку із цим метою наших досліджень було встановлення оптимальних строків внесення азотних добрив за різної густоти висіву жита озимого в умовах Агрокомпанії «Дружба» с. Різдвяне Тернопільського району Тернопільської області.

Для більш повного розкриття теми були поставлені завдання з вивчення впливу строків внесення азотних добрив та густоти висіву жита озимого на: коефіцієнт кушення рослин, висоту рослин, площу листової поверхні рослин, врожайність зерна та економічну ефективність його вирощування.

Матеріал та методика проведення досліджень. Досліджували середньостиглий сорт КВС Магніфіко (жито озиме, жито посівне), створений у Німеччині. Напрямок використання – зерновий. Рекомендована зона для вирощування – Лісостеп, Полісся. Рік реєстрації – 2014. Заявник: КВС Лохов ГмбХ. Власник права та поширення сорту – КВС Лохов ГмбХ. Володілець патенту – КВС Лохов ГмбХ [4].

Жито (*Secale cereale*) – різновид вульгаре (*var. vulgare*), до якого належать усі культурні форми жита. Солома й колосся білого або жовтого кольору, на відміну від диких форм колос не розламується на окремі колоски. Зерно у квіткових лусках сидить відкрито або напіввідкрито і ніколи повністю не закривається. Стебло під колосом може бути опушене, вкрите горбками або голе. Суцвіття – колос чотирьох типів: призматичний, округлий, гранчастий і негранчастий. Колосок складається з двох квіток, дуже рідко з трьох і більше двох колоскових лусок, які розміщені по боках. Квітка – двостатева, форма зерна – овальна або видовжена [2, с. 211–213].

Більшість сортів озимого жита, районованих в Україні, належить до диплоїдної групи (кількість хромосом у соматичних клітинах – 14). В останні роки стали поширюватися сорти тетраплоїдної групи (28 хромосом) [2, с. 214].

Центральна садиба Агрокомпанії «Дружба» знаходиться у селі Різдвяне Тернопільського району Тернопільської області, що за 25 км від обласного центру та 14 км від залізничної станції с. Дружба Тернопільського району.

Природно-кліматичні умови (грунти, температура повітря та кількість опадів) місця проведення досліджень повністю відповідають принципу репрезентативності, тобто придатні для вирощування озимих зернових сільськогосподарських культур, у т. ч. жита озимого (про що свідчить висока врожайність (від 68 до 88 ц/га) шести сортів пшениці озимої, які вирощуються в Агрокомпанії «Дружба» останні роки).

Схема польового дослідження. Дослідження з виявлення впливу строків внесення азотних добрив та густоти посіву на врожайність зерна жита озимого проводилися в 2020–2022 рр. у двофакторних польових дослідках.

Схема польових дослідів включала такі варіанти:

Фактор А (строк внесення азотних добрив):

1. $P_{60}K_{60}$ восени (фон).
2. Фон + N_{30} рано навесні.
3. Фон + N_{30} рано навесні + N_{30} при виході рослин у трубку.

Фактор Б (норма висіву):

1. 3,0 млн шт./га схожих насінин.
2. 4,0 млн шт./га схожих насінин.
3. 5,0 млн шт./га схожих насінин.

Повторність досліду триразова. Площа посівної ділянки – 162,0 м², облікової – 50 м². Кількість ділянок – 9. Розмір посівної ділянки – 10,8×15,0 м, облікової – 5×10 м. Площа досліду – 0,2 га.

Технологія вирощування жита озимого після вико-вівсяної сумішки в польових дослідах була загальноприйнятою для умов Лісостепу України за винятком строків внесення азотних добрив та густоти посіву (досліджуваних факторів). Обліки проводили згідно із загальноприйнятими у рослинництві методиками [5, с. 17, 237, 239].

Коефіцієнт кушення (загальна кущистість) – це кількість усіх пагонів, які налічуються на одній рослині. За продуктивну кущистість приймали кількість пагонів із колосом, що припадав на одну рослину.

Висоту рослин жита озимого визначали на постійно виділених для цього 100 рослинах, рівномірно розміщених на облікових площах кожної ділянки за допомогою мірної лінійки. При цьому вимірювали висоту від поверхні ґрунту до верхньої частини рослин. Підсумковим показником була середня висота рослин на ділянці.

Визначення площі листового апарату рослин жита озимого проводили розрахунковим способом. Площу окремого листка визначали за допомогою його довжини, ширини і перевідного коефіцієнта, який становить 0,67. При цьому площу розраховували за формулою:

$$П = ДШК,$$

де П – площа листка, см²; Д – довжина листка, см; Ш – ширина листка, см; К – перевідний коефіцієнт (0,67).

Облік урожаю зерна жита озимого проводили з усієї облікової площі суцільним способом збирання комбайном «Джондір-965».

Зерно затарювали у мішок, куди вкладали етикетку із зазначенням номера ділянки, назви варіанта і номера повторення. Після обмолочування кількох ділянок мішки із зерном зважували безпосередньо в полі. Зваживши зерно, із кожного мішка відбирали середню пробу масою 2 кг для визначення вологості і засміченості. Відзначені показники використовували для перерахунку бункерної маси зерна в кілограмах із ділянки на врожайність у центнерах з 1 га. Потім масу зібраного зерна перерахували на 14,5% вологості і 100% чистоту за формулою:

$$X = \frac{Y \times (100 - B) \times (100 - C)}{(100 - B_1) \times 100},$$

де X – урожай зерна за 14,5% вологості, ц/га; Y – урожай зерна за обмолоту посівів, ц/га; B – вологість зерна, %; B₁ – стандартна вологість (14,5%), %; C – засміченість, %.

Результати досліджень. Кушення рослин. Здатність озимого жита кушитися є однією з біологічних особливостей, що характеризує його зимостійкість. Найбільш зимостійке і продуктивне жито озиме, яке на момент припинення осінньої вегетації має 3–4 пагони. Саме такої кущистості необхідно добиватися, щоб отримувати його високі врожаї.

Кількість усіх пагонів, які налічуються на одній рослині, називають коефіцієнтом кушення, або загальною кущистістю. За продуктивну кущистість приймають тільки кількість пагонів із колосом, що припадає на одну рослину [5, с. 237]. У польових дослідженнях основну увагу ми приділяли саме продуктивній кущистості.

Проведені нами підрахунки свідчать, що продуктивна кущистість рослин жита озимого істотно залежала від норми висіву (табл. 1).

Таблиця 1. Коефіцієнт кушення жита озимого залежно від строку внесення азотних добрив та норми висіву насіння

Норма висіву, млн шт. на 1 га схожих насінин	2020 р.	2021 р.	Середнє
Р ₆₀ К ₆₀ восени (фон)			
3,0	2,7	2,4	2,6
4,0	2,1	1,9	2,0
5,0	1,5	1,3	1,4
Фон + N ₃₀ рано навесні			
3,0	2,8	2,6	2,7
4,0	2,2	2,1	2,2
5,0	1,5	1,5	1,5
Фон + N ₃₀ рано навесні + N ₃₀ при виході рослин у трубку			
3,0	2,8	2,6	2,7
4,0	2,2	2,0	2,1
5,0	1,6	1,4	1,5

У 2020 р. продуктивна кущистість жита озимого коливалася від 1,5 за норми висіву 5,0 млн шт. схожих насінин на 1 га до 2,8 – за норми висіву 3,0 млн шт. схожих насінин на 1 га. Спостерігалася така закономірність: зі збільшенням норми висіву насіння продуктивна кущистість рослин зменшувалася.

У 2021 р. закономірність впливу норми висіву насіння на продуктивну кущистість рослин жита озимого збереглася, проте продуктивна кущистість була меншою і знаходилася в межах 1,4–2,7.

Строки внесення азотних добрив не впливали на продуктивну кущистість жита озимого.

Отже, у середньому за два роки досліджень продуктивна кущистість жита озимого залежала тільки від норми висіву (зі збільшенням норми висіву насіння продуктивна кущистість рослин зменшувалася) і знаходилася в межах 1,4–2,8.

Динаміка висоти рослин. Однією з біологічних особливостей жита озимого є висота його рослин, яка, за даними багатьох дослідників, істотно залежить від азотних добрив та густоти стояння рослин. Цей висновок учених підтвердився й нашими дослідженнями, результати яких наведено в табл. 2 і 3.

У 2020–2021 с.-г. році висота рослин жита озимого на початку кушення знаходилася в межах від 13,8 до 14,1 см і не залежала від внесених добрив та норми висіву. Істотна різниця у висоті рослин жита озимого почала спостерігатися з фази трубкування. Так, на фоновому удобренні рослини жита озимого на ділянках із нормою висіву 5,0 млн шт./га схожих насінин мали висоту 49,9 см, що на 9,6 см більше за висоту рослин на ділянках із нормою висіву 3,0 млн шт./га схожих насінин.

Ще більша залежність висоти рослин жита озимого від норми висіву спостерігалася у повну стиглість зерна. Чим більшою була норма висіву насіння, тим більшою була висота рослин жита озимого. Наприклад, на ділянках із нормою висіву 3,0 млн шт./га схожих насінин рослини жита озимого мали висоту 91,9 см, а на ділянках із нормою висіву 5,0 млн шт./га схожих насінин – 99,9 см. Різниця у висоті рослин дорівнювала 8,0 см.

Така ж сама закономірність впливу норми висіву насіння була й за внесення азотних добрив. Найбільшу висоту (114,5 см) мали рослини жита озимого за норми висіву 5,0 млн шт./га насінин, які двічі підживлювали азотними добривами.

Подібна закономірність впливу строку внесення азотних добрив і норми висіву на висоту рослин жита озимого спостерігалася і в 2021–2022 с.-г. році (табл. 3).

Необхідно відзначити, що у 2020–2021 с.-г. році висота рослин жита озимого була вищою, ніж у 2021–2022, що пояснюється погодними умовами сільськогосподарського року.

Таблиця 2. Динаміка висоти рослин жита озимого залежно від строку внесення азотних добрив та норми висіву в 2020–2021 с.-г. році, см

Норма висіву, млн шт. на 1 га схожих насінин	Фенологічна фаза		
	початок кушення	початок трубкування	повна стиглість
P ₆₀ K ₆₀ восени (фон)			
3,0	13,8	40,3	91,1
4,0	14,0	44,9	95,4
5,0	14,0	49,9	99,9
Фон + N ₃₀ рано навесні			
3,0	13,9	43,1	97,9
4,0	14,1	48,2	102,2
5,0	14,0	53,0	106,7
Фон + N ₃₀ рано навесні + N ₃₀ при виході рослин у трубку			
3,0	14,0	43,3	105,0
4,0	13,9	48,3	109,2
5,0	14,1	53,1	114,5

Таблиця 3. Динаміка висоти рослин жита озимого залежно від строку внесення азотних добрив та норми висіву в 2021–2022 с.-г. році, см

Норма висіву, млн шт. на 1 га схожих насінин	Фенологічна фаза		
	початок кушення	початок трубкування	повна стиглість
P ₆₀ K ₆₀ восени (фон)			
3,0	13,9	39,1	87,2
4,0	14,3	43,3	91,4
5,0	14,1	46,9	95,8
Фон + N ₃₀ рано навесні			
3,0	14,0	41,3	93,9
4,0	14,2	46,6	98,4
5,0	13,9	52,7	102,9
Фон + N ₃₀ рано навесні + N ₃₀ при виході рослин у трубку			
3,0	14,3	41,3	100,7
4,0	13,8	47,0	105,8
5,0	14,2	52,9	111,5

Таким чином, у середньому за два роки досліджень зі збільшенням норми висіву насіння та внесення азотних добрив збільшувалася й висота рослин жита озимого.

Динаміка площі листкової поверхні [5 с. 17]. До 90–95% сухої маси врожаю жита озимого утворюється у результаті фотосинтезу, який відбувається у листках, де під впливом сонячної радіації з вуглекислого газу та води утворюються органічні речовини. У кінцевому підсумку величина врожаю знаходиться в тісній залежності від розмірів площі листкової поверхні, від інтенсивності та продуктивності їхньої роботи.

Для того щоб одержати високий урожай жита озимого, потрібно, щоб площа листкової поверхні його в посівах якомога швидше досягала розмірів 40–50 тис м² на 1 га.

У табл. 4 наведено динаміку площі листкової поверхні рослин жита озимого за різних строків внесення азотних добрив та норм сівби насіння у 2020–2021 с.-г. році.

На момент кушення рослини жита озимого мали площу листкової поверхні від 6,0 до 7,7 тис м²/га. Помітна тенденція збільшення площі листкової поверхні зі збільшення норми висіву насіння.

Істотна різниця у площі листкової поверхні залежно від норми висіву спостерігалася з початку фази виходу рослин жита озимого у трубку. Зі збільшенням норми висіву насіння збільшувалася площа листкової поверхні. Також збільшувалася площа листкової поверхні й під час внесення азотних добрив.

Таблиця 4. Динаміка площі листкової поверхні рослин жита озимого залежно від строку внесення азотних добрив та норми висіву в 2020–2021 с.-г. році, тис м²/га

Норма висіву, млн шт. на 1 га схожих насінин	Фенологічна фаза		
	початок кушення	початок трубкування	цвітіння
P ₆₀ K ₆₀ восени (фон)			
3,0	6,2	22,9	30,8
4,0	7,0	26,8	36,0
5,0	7,7	31,6	37,9
Фон + N ₃₀ рано навесні			
3,0	6,0	24,1	34,9
4,0	6,9	28,2	40,0
5,0	7,6	32,0	41,8
Фон + N ₃₀ рано навесні + N ₃₀ при виході рослин у трубку			
3,0	6,1	24,0	39,1
4,0	7,0	28,4	44,0
5,0	7,6	31,1	45,6

На момент колосіння рослин жита озимого ця закономірність збереглася. Максимальна площа листкової поверхні рослин жита озимого була на ділянках, де його висівали нормою 5,0 млн шт./га схожих насінин та двічі протягом вегетації підживлювали азотними добривами. Вона дорівнювала 45,6 тис м²/га. Найменшою площа листкової поверхні рослин жита озимого була на ділянках, де азотних добрив не вносили, а його висівали нормою 3,0 млн шт./га схожих насінин. Вона дорівнювала 30,8 тис м²/га.

За рахунок природного відмирання листків жита озимого на момент повної стиглості зерна фотосинтетична площа листкової поверхні наблизилася до 0 тис м²/га.

Аналогічна закономірність впливу норми висіву на площу листкової поверхні жита озимого спостерігалася і в 2021–2022 с.-г. році (табл. 5).

Таблиця 5. Динаміка площі листкової поверхні жита озимого залежно від строку внесення азотних добрив та норми висіву в 2021–2022 с.-г. році, тис м²/га

Норма висіву, млн шт. на 1 га схожих насінин	Фенологічна фаза		
	початок кушення	початок трубкування	цвітіння
P ₆₀ K ₆₀ восени (фон)			
3,0	6,0	20,4	27,8
4,0	6,3	24,3	33,1
5,0	6,5	26,9	34,8
Фон + N ₃₀ рано навесні			
3,0	6,0	21,6	31,9
4,0	6,5	25,7	34,5
5,0	6,6	27,1	36,3
Фон + N ₃₀ рано навесні + N ₃₀ при виході рослин у трубку			
3,0	6,1	22,0	36,0
4,0	6,1	25,8	41,2
5,0	6,6	28,0	43,0

Як свідчать дані табл. 5, площа листової поверхні рослин жита озимого у 2021–2022 с.-г. році була меншою, ніж у 2020–2021, що теж пояснюється погодними умовами сільськогосподарського року.

Отже, у середньому за два роки досліджень зі збільшенням норми висіву насіння збільшувалася й площа листової поверхні рослин жита озимого. Внесення азотних добрив також збільшувало площу листової поверхні рослин жита озимого. Найбільша площа листової поверхні рослин жита озимого була на ділянках, де його висівали нормою 5,0 млн шт./га схожих насінин та двічі протягом вегетації підживлювали азотними добривами.

Урожайність зерна [5, с. 239; 6, с. 16–18]. На полях Агрокомпанії «Дружба» формування врожаю зерна жита озимого відбувалося залежно від досліджуваних чинників та погодних умов сільськогосподарського року.

Так, у 2021 р. залежно від строків внесення азотних добрив найвища врожайність зерна жита озимого була на ділянках із нормою висіву насіння 4,0 млн шт./га схожих насінин. Вона дорівнювала 41,7–51,8 ц/га. Причому найвищою (51,8 ц/га) вона була за внесення по фону $P_{60}K_{60}$ азотних добрив нормою N_{30} рано навесні + N_{30} за виходу рослин у трубку (табл. 6).

Таблиця 6. Урожайність зерна жита озимого залежно від строків внесення азотних добрив та норми висіву, ц/га

Норма висіву, млн шт./га схожих насінин (фактор А)	Роки		Середнє	± до контролю
	2021	2022		
$P_{60}K_{60}$ восени (фон) (фактор Б)				
3,0	37,4	33,4	35,4	-2,0
4,0	41,7	38,3	40,0	2,6
5,0 (контроль)	39,5	35,3	37,4	-
Фон + N_{30} рано навесні (фактор Б)				
3,0	41,7	37,1	39,4	2,0
4,0	45,9	42,3	44,1	6,7
5,0	43,6	39,0	41,3	3,9
Фон + N_{30} рано навесні + N_{30} при виході рослин у трубку (фактор Б)				
3,0	46,9	41,8	44,4	7,0
4,0	51,8	46,1	49,0	11,6
5,0	49,4	43,4	46,4	9,0
А (норма висіву)			2,1	2,0
Б (удобрення)			2,0	1,9
Для взаємодії факторів			1,9	1,8

$НІР_{05}$, ц/га, для фактору:

На ділянках із нормою висіву насіння 3,0 млн шт./га схожих насінин урожайність зерна жита озимого була значно меншою і знаходилася у межах від 37,4 до 46,9 ц/га. Також найвищою (46,9 ц/га) вона була за внесення по фону $P_{60}K_{60}$ азотних добрив із нормою N_{30} рано навесні + N_{30} за виходу рослин у трубку.

На ділянках із нормою висіву насіння 5,0 млн шт./га схожих насінин урожайність зерна озимого жита була більшою, ніж на ділянках із нормою висіву 3,0 млн шт./га схожих насінин, проте меншою, ніж на ділянках із нормою висіву насіння 4,0 млн шт./га схожих насінин, знаходилася в межах від 39,5 до 49,4 ц/га вона була за внесення по фону $P_{60}K_{60}$ азотних добрив нормою N_{30} рано навесні + N_{30} за виходу рослин у трубку.

Подібна закономірність впливу строків внесення азотних добрив та посівної норми на врожайність зерна озимого жита спостерігалася і в 2022 р. із тією лише різницею, що вона була меншою, ніж у 2021 р., що можна пояснити погодними умовами сільськогосподарського року. Отримані середні дані за два роки досліджень наведено в табл. 6.

У середньому за два роки досліджень найвища врожайність зерна (49,0 ц/га) сформувалася на ділянках, де жито озиме висівали по фоновому удобренні нормою 4,0 млн шт./га схожих насінин і двічі підживлювали азотними добривами.

Як збільшення, так і зменшення норми висіву насіння призводило до зменшення врожайності зерна озимого жита.

Висновки. Таким чином, результати польових досліджень (2020–2022 рр.), проведених на чорноземних ґрунтах в умовах Агрокомпанії «Дружба» західного Лісостепу України з вивчення ефективності строків внесення мінеральних добрив та норм висіву насіння жита озимого сорту КВС Магніфіко, дають змогу зробити такі висновки.

Коефіцієнт куцання жита озимого залежав тільки від норми висіву (зі збільшенням норми висіву насіння він зменшувався) і дорівнював 1,4–2,8, а строки внесення азотних добрив не впливали на продуктивну куцистість жита озимого. За збільшення норми висіву насіння збільшувалися висота рослин жита озимого і площа його листової поверхні. Підживлення азотними добривами також збільшувало площу листової поверхні. Найбільша площа листової поверхні рослин жита озимого була на ділянках, де його висівали нормою 5,0 млн шт./га схожих насінин та двічі протягом вегетації підживлювали азотними добривами. Найвища врожайність зерна (49,0 ц/га)

формувався на ділянках, де жито озиме висівали по удобреному фону ($P_{60}K_{60}$) нормою 4,0 млн шт./га схожих насінин і двічі підживлювали азотними добривами (N_{30} рано навесні + N_{30} за виходу рослин у трубку). Як збільшення, так і зменшення норми висіву насіння призводило до зменшення врожайності зерна жита озимого.

Отже, жито озиме сорту КВС Магніфіко економічно доцільно висівати по удобреному фону ($P_{60}K_{60}$) нормою 4,0 млн шт./га схожих насінин і підживлювати азотними добривами, що збільшить чистий прибуток із гектара та рентабельність вирощування цієї культури.

Список використаних джерел

1. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур : навчальний посібник / М.А. Білоножко та ін. ; за ред. М.А. Білоножко. Київ : Вища школа, 1990. С. 23, 29.
2. Рослинництво : підручник / О.І. Зінченко та ін. ; за ред. О.І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 210–219.
3. Дмитренко П.О., Витриховський П.І. Удобрення та густина посіву польових культур. Київ : Урожай, 1975. 248 с.
4. Сорт КВС МАГНІФІКО (жито озиме, жито посівне). *Аграрії разом*. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/kvs-magnifiko>.
5. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : НІЧЛАВА, 2005. С. 17, 237, 239.
6. Вплив азотних добрив на продуктивність та якість зерна / Л.Ф. Демешев та ін. *Агроном*. 2005. № 3. С. 16–18.
7. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник / за ред. В.О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.

Rykhlivskiy I. P.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor of the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection
Institution of higher education «Podilskyi State University»
Kamyanets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: rykhlivsky@ukr.net
ORCID: 0000-0001-5180-500X*

Phil I. V.

*Specialist-engineer for the operation of MTP,
agricultural machinery engineer of Druzhba Agricultural Company
Rizdviane, Ukraine*

GRAIN YIELD OF WINTER RYE DEPENDS ON NORMS SOWING SEEDS AND TIMES OF MINERAL FERTILIZER APPLICATION IN THE TERMS OF AGRICULTURAL COMPANY «DRUZHBA» OF TERNOPIIL REGIONS

Abstract

Winter rye is a valuable food, fodder and technical crop. Rye flour bread is high-calorie, contains complete proteins, many easily digestible carbohydrates, vitamins, etc. Rye is a valuable fodder crop (bran, fodder flour, green mass). It is of great agrotechnical importance - as a precursor.

In modern agricultural conditions, the intensive technology of growing winter grain crops (wheat, rye, triticale, etc.) as mandatory elements of its application includes no less than 13 items of agricultural technology, among them the two that have a place in the title of the topic.

This article presents the results of research on the formation of winter rye grain yield depending on the seed sowing rates (millions of similar seeds per 1 ha) and the timing of mineral fertilizers (phosphorus-potassium background and nitrogen fertilizers in two feedings (small application of nitrogen) in the conditions production). In our opinion, the selected questions for research in the technology of growing winter rye play an important role in increasing its yield.

Based on the observations and records, it was established that in the conditions of the western forest-steppe of Ukraine on chernozem soils, the productive bushiness of winter rye on average over the two years of research depended on the sowing rate and ranged from 1.4 to 2.8, and the timing of nitrogen fertilization had no influence on her. The height of the plants increased with an increase in the rate of seed sowing from 3.0 to 5.0 million similar seeds per 1 ha and two-time application of nitrogen fertilizers and averaged from 89.2 to 113.0 cm. Similar statements apply to the leaf surface area, which averaged 45.6 thousand m²/ha (was the largest) with a seeding rate of 5.0 million units/ha and two applications of nitrogen fertilizers. Whereas the yield of rye was higher in 2021 and reached 51.8 t/ha at the sowing rate of 4.0 million pieces/ha of similar seeds and with two nitrogen fertilizations.

Key words: winter rye, productive bushiness, plant height, leaf surface, grain yield.

References

1. Bilonozhko M.A., Shevchenko V.P., Alimov D.M. (1990). *Roslynnytstvo. Intensyyna tekhnolohiia vyroshchuvannia polovykh i kormovykh kultur: [Crop production. Intensive technology of growing field and fodder crops: Education. Manual] / Ed. MA. White-legged. K.: Higher School, 292 p. (p. 23–29). [in Ukrainian].*
2. Zinchenko O.I. (2001) *Roslynnytstvo. [Crop production]: Textbook /O.I. Zinchenko, V.N. Salatenko, M.A. White-legged; Under the editorship O.I. Zinchenka. K. : Agrarian education, 2001. P. 210–219. [in Ukrainian].*

3. Dmytrenko P.O. (1975). *Udobrennia ta hustota posivu polovykh kultu [Fertilizer and sowing density of field crops] / P.O. Dmytrenko, P. I. Vytryhovskiy. K.: Urozhai, 248 p. [in Ukrainian].*
4. IAS website «Agrarians together». Variety KVS MAGNIFICO (winter rye, seed rye) <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/kvs-magnifiko> [in Ukrainian].
5. Hrytsaenko Z.M., Hrytsaenko A.O., Karpenko V.P. (2005). *Metody biolohichnykh ta arhokhimichnykh doslidzen roslyn i hruntiv. [Methods of biological and argochemical studies of plants and soils]. K.: Zat. «Nchlava», 320 p. c. 17; with. 237; with. 239 [in Ukrainian].*
6. Yeshchenko V.O., Kopytko P.G., Opryshko P.V. (2005). *Vplyv azotnykh dobryv na produktyvnist ta yakist zerna [The influence of nitrogen fertilizers on the productivity and quality of grain]. Agronomist 2005 No. 3. pp. 16–18.6. Yeschenko V.O. Basics of scientific research in agronomy: textbook / Bone gnawer; under the editorship V.O. Yeshchenko. K.: Diya, 2005. 288 p. [in Ukrainian].*

УДК 633.11:631.95:575.21

Горшар В. І.

кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: gorschar_vlad@ukr.net
ORCID: 0000-0001-9175-9749

Назаренко М. М.

доктор сільськогосподарських наук,
завідувач кафедри селекції і насінництва,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Дніпро, Україна
E-mail: nik_nazarenko@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6604-0123

ОСОБЛИВОСТІ ІНДУКЦІЇ МУТАЦІЙ ЗА ДІЇ НІТРОЗОМЕТИЛСЕЧОВИНИ У ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Анотація

Нітрозоалкілсечовини як мутагенний чинник відносяться до групи речовини, що здатні викликати високі частоти мутацій за структурою рослин, що призведе до виникнення численної кількості інтенсивних форм. Метою було встановити характеристики індукції частоти та спектру спадкових змін, показати ключові моменти мутаційної мінливості за окремими ознаками та в залежності від сорту. Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли розчином хімічного мутагену нітрозометилсечовина (НМС) у концентраціях 0,0125, 0,025%. У поколіннях М2–М3 мутантні сімейства були відібрані шляхом візуальної оцінки, аналізу проходження фенотипу, структурним аналізом та аналізом за зерновою продуктивністю. Було вивчено 11 950 сімей у другому-третьому поколінні. Використовували звичайні концентрації, що характерні для селекційної практики. При цьому навіть вища концентрація НМС 0,025% призвела до значного зниження життєздатності лише у випадку одного сорту Зелений Гай. Зі статистичною достовірністю на загальну частоту мутацій вплинули показники підвищення концентрації та генотипу, при попарному порівнянні суттєво відрізнялися сорти Полянка та Почайна, Нива Одеська, в усіх випадках варіанти відрізняються один від одного та від контролю. На рівень мінливості вплинув як показник підвищення концентрації, так і показник генотипу, при попарному порівнянні відділилися сорти Каланча, Полянка та Почайна. В спектрі було отримано всього 37 змінених ознак по 6 групах мінливості, можна достовірно передбачити для даного мутагену на даному матеріалі високу кількість (в порівнянні) мутантів зі змінами по висоті стебла, форм з довгим веретеновидним колосом. Доволі висока ймовірність класифікації генотипу у факторному просторі. Висока ймовірність отримання цінних форм з довгим озерним колосом, продуктивних та куцистих, ранньостиглих, стійких до захворювань мутантів. Разом з тим висока ймовірність отримання форм зі скверхедним, спельтоїдним колосом, високим стеблом, що є негативними ознаками. Низька ймовірність виникнення стерильних форм. Використаний вихідний матеріал є доволі перспективним саме в поєднанні з помірними концентраціями НМС, тому можна вважати, що оптимальна композиція у випадку даних сортів це використання для високої індукції цінних форм НМС у концентрації 0,025% з переважною більшістю зазначених генотипів.

Ключові слова: пшениця озима, нітрозометилсечовина, мутації, частота, спектр.

Вступ. Нітрозоалкілсечовини як мутагенний чинник відносяться до групи так званих супермутагенів, тобто речовин, що здатні спричинити суттєву кількість мутацій без суттєвого зниження життєздатності рослин, котра настає при дії співставних за ефектами доз фізичних мутагенів. Крім того, дані речовини через спорідненість до окремих ділянок ДНК за своїм алкілюючим ефектом здатні викликати високі частоти певних мутацій [1; 3].

Вивчення особливостей мутагенної активності окремих чинників дозволяє суттєво підвищити їх ефективність у індукції окремих типів господарсько-цінних мутацій. Так, вважається доведеним, що в оптимізованій системі природа чинника – його концентрація чи доза – генотип ефективність може зростати на 60-80%, особливо це важливо для хімічного мутагенезу [6; 7]. Специфікою дії хімічних мутагенів є їх висока сайт-специфічність [4; 5]. Генотипи при дії деякими чинниками демонструють більш високу активність за ключовими параметрами [8; 9]. Одним з способів встановлення генетичної пластичності є розширена оцінка асортименту зародкової плазми [10].

Мета роботи – встановити характеристики індукції частоти та спектру спадкових змін у сортів пшениці озимої, показати ключові моменти мутаційної мінливості за окремими ознаками та в залежності від вихідного сорту.

Методика дослідження. Застосували мутаген нітрозометисечовину (далі тут та по тексту – НМС), що відноситься до класу алкілюючих агентів. Насіння 8 сортів пшениці озимої Балатон, Боровиця, Зелений Гай, Золото України, Каланча, Нива Одеська, Полянка, Почайна обробляли розчином хімічного мутагену НМС у концентраціях 0,0125, 0,025%. Для кожної обробки були використані 1000 зерен. Експозиція дії становила 18 годин. Для контролю використовували необроблені вихідні форми, замочені у воді.

У поколіннях М2–М3 мутантні сімейства були відібрані шляхом візуальної оцінки, аналізу проходження фенотипу, структурним аналізом та аналізом за зерновою продуктивністю. Посів проводили вручну, в кінці вересня, на глибину 4-5 см і з нормою 100 життєздатних насінин в рядок (довжина 1,5 м), міжряддя 15 см, між рядками 30 см, 2 рядки, контроль з необробленим насінням вихідної форми через кожні 20 варіантів.

Досліди проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область, Україна). Математичну обробку результатів проводили факторним аналізом за допомогою модуля ANOVA, дискримінантним аналізом (Statistica 10.0).

Результати дослідження. Згідно з таблицею 1 було досліджено для виявлення спадкових змін 11 950 сімей у другому-третьому поколінні. Використовували концентрації, що характерні для селекційної практики.

Таблиця 1. Частота мутацій при дії НМС ($x \pm SD$, $n = 450-500$)

Варіант	Загальна кількість сімей	Кількість мутантних сімей	Частота, %
Балатон, кт.	500	2	0,40 ± 0,10 ^a
Балатон, НМС 0,0125%	500	30	6,00 ± 0,32 ^b
Балатон, НМС 0,025%	500	47	9,40 ± 0,41 ^c
Боровиця, кт.	500	4	0,80 ± 0,08 ^a
Боровиця, НМС 0,0125%	500	26	5,20 ± 0,29 ^b
Боровиця, НМС 0,025%	500	41	8,20 ± 0,37 ^c
Зелений Гай, кт.	500	3	0,60 ± 0,06 ^a
Зелений Гай, НМС 0,0125%	500	30	6,00 ± 0,33 ^b
Зелений Гай, НМС 0,025%	450	44	9,80 ± 0,42 ^c
Золото України, кт.	500	6	1,20 ± 0,24 ^a
Золото України, НМС 0,0125%	500	22	4,40 ± 0,32 ^b
Золото України, НМС 0,025%	500	43	8,60 ± 0,40 ^c
Каланча, кт.	500	5	1,00 ± 0,20 ^a
Каланча, НМС 0,0125%	500	27	5,40 ± 0,29 ^b
Каланча, НМС 0,025%	500	40	8,00 ± 0,37 ^c
Нива Одеська, кт.	500	3	0,60 ± 0,18 ^a
Нива Одеська, НМС 0,0125%	500	32	6,40 ± 0,32 ^b
Нива Одеська, НМС 0,025%	500	54	10,80 ± 0,51 ^c
Полянка, кт.	500	2	0,40 ± 0,12 ^a
Полянка, НМС 0,0125%	500	21	4,20 ± 0,21 ^b
Полянка, НМС 0,025%	500	32	6,40 ± 0,35 ^c
Почайна, кт.	500	2	0,40 ± 0,14 ^a
Почайна, НМС 0,0125%	500	22	4,40 ± 0,28 ^b
Почайна, НМС 0,025%	500	35	7,00 ± 0,45 ^c

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

Хоча НМС відноситься до речовин з доволі високою ушкоджувальною здатністю, його дія призвела до зниження стандартної вибірки для добору лише в одному випадку для сорту Зелений Гай, НМС 0,025%. Зі статистичною достовірністю на загальну частоту мутацій вплинув показник підвищення концентрації ($F=205,78$; $F_{0,05}=3,73$; $P=4,17 \cdot 10^{-11}$), у той час як показник генотипу був менш суттєвим, але значимим ($F=2,82$; $F_{0,05}=2,76$; $P=0,05$), але при аналізі знаходимо, що при попарному порівнянні суттєво відрізнялися сорти Полянка та Почайна ($F = 12,14$; $F_{0,05} = 5,17$; $P = 0,002$) по зниженій мутаційній активності та сорт Нива Одеська за підвищенням частоти мутацій ($F = 6,16$; $F_{0,05} = 6,00$; $P = 0,05$).

Що стосується цього параметру взагалі, то він варіював у наступних межах від 4,2% (сорт Полянка) до 6,4% (сорт Нива Одеська) при дії НМС 0,0125% та від 6,4% (знов сорт Полянка) до 10,8% (знов сорт Нива Одеська) для НМС 0,025%.

В усіх випадках варіанти відрізняються один від одного та від контролю. Була зроблена методом кластерного аналізу класифікація генотипів (Рис. 1), що підтвердила поділ всіх сортів на три групи – в першій групі три сорти Балатон, Зелений Гай, Нива Одеська, що мали більш високу загальну мінливість по цьому показнику; в другій групі – Боровиця, Каланча, Золото України. В третій групі сорти Полянка та Почайна, що продемонстрували найменшу активність в індукції мутацій при дії НМС.

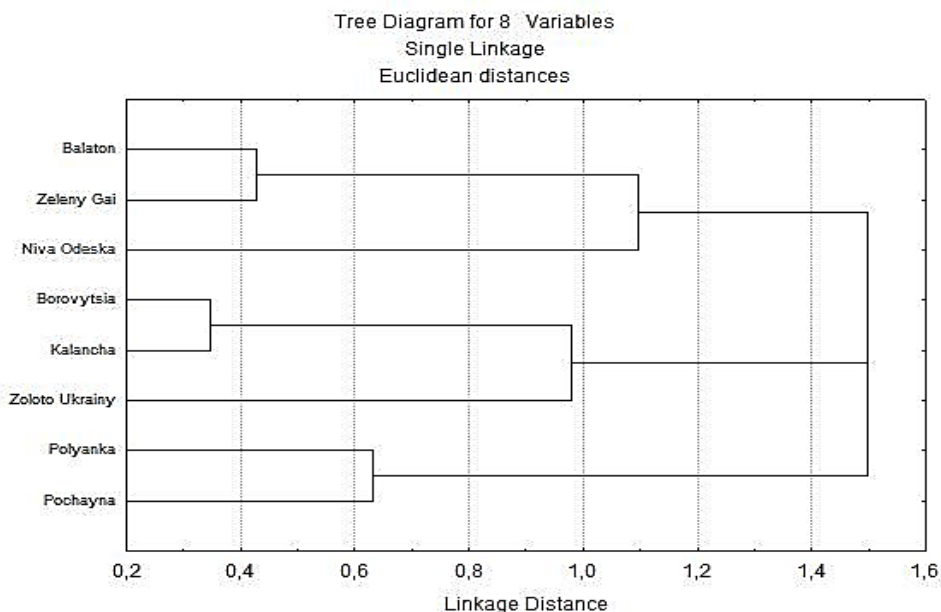


Рис. 1. Результати кластерного аналізу по показнику частоти мутацій.

Інтегративним показником, що ураховує також і спектр змінених ознак є рівень мінливості, котрий обраховується як відношення кількості змінених сімей до загальної кількості ознак, по котрих пройшли зміни (Таблиця 2).

Таблиця 2. Рівень мінливості за дії НМС ($\bar{x} \pm SD$, $n = 450-500$)

Варіант	Рівень мінливості	Кількість змінених ознак
Балатон, кт.	0,01 ± 0,01 ^a	2
Балатон, НМС 0,0125%	1,20 ± 0,18 ^b	20
Балатон, НМС 0,025%	2,54 ± 0,29 ^c	27
Боровиця, кт.	0,03 ± 0,01 ^a	4
Боровиця, НМС 0,0125%	0,88 ± 0,16 ^b	17
Боровиця, НМС 0,025%	2,05 ± 0,25 ^c	25
Зелений Гай, кт.	0,02 ± 0,02 ^a	3
Зелений Гай, НМС 0,0125%	1,20 ± 0,16 ^b	20
Зелений Гай, НМС 0,025%	2,44 ± 0,25 ^c	25
Золото України, кт.	0,07 ± 0,01 ^a	6
Золото України, НМС 0,0125%	0,66 ± 0,10 ^b	15
Золото України, НМС 0,025%	2,06 ± 0,24 ^c	24
Каланча, кт.	0,05 ± 0,01 ^a	5
Каланча, НМС 0,0125%	0,76 ± 0,19 ^b	19
Каланча, НМС 0,025%	1,03 ± 0,21 ^b	22
Нива Одеська, кт.	0,02 ± 0,01 ^a	3
Нива Одеська, НМС 0,0125%	1,22 ± 0,21 ^b	19
Нива Одеська, НМС 0,025%	3,02 ± 0,29 ^c	28
Полянка, кт.	0,01 ± 0,01 ^a	2
Полянка, НМС 0,0125%	0,55 ± 0,15 ^b	13
Полянка, НМС 0,025%	1,41 ± 0,22 ^c	22
Почайна, кт.	0,01 ± 0,01 ^a	2
Почайна, НМС 0,0125%	0,75 ± 0,15 ^b	17
Почайна, НМС 0,025%	1,47 ± 0,29 ^c	21

Примітка: різниця статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за концентраціями при $P_{0,05}$.

У цьому випадку зі статистичною достовірністю на рівень мінливості вплинув як показник підвищення концентрації ($F=98,44$; $F_{0,05}=3,73$; $P=5,68 \cdot 10^{-7}$), так і показник генотипу ($F=21,13$; $F_{0,05}=2,76$; $P=0,001$), при попарному порівнянні відділилися сорти відрізнялися сорти Полянка та Почайна ($F = 18,11$; $F_{0,05} = 5,17$; $P = 0,0001$) по зниженій варіації та сорт Нива Одеська за підвищенням мінливості ($F = 14,98$; $F_{0,05} = 6,00$; $P = 0,0007$).

Що стосується цього параметру взагалі, то він варіював у наступних межах від 0,55 (сорт Полянка) до 1,22 (сорт Нива Одеська) при дії НМС 0,0125% та від 1,03 (сорт Каланча) до 3,02 (сорт Нива Одеська) при дії НМС

Продовження таблиці 2

0,025%. Таким чином, за рахунок спектру вже інші сорти більш варіативні. В усіх випадках варіанти відрізняються один від одного та від контролю, крім сорту Каланча між першою та другою концентрацією через незначні зміни за кількістю ознак, по котрих були отримані зміни.

За результатами кластерного аналізу (Рис. 2) виділили вже чотири групи генотипів, одна мінорні та три загальні. В першій великій групі однотипні сорти Балатон, Зелений Гай (висока мінливість); в другій найбільш мінливий сорт Нива Одеська; в третій групі Боровиця, Золото України, Каланча (займають середнє положення, крім сорту Каланча при дії другої концентрації); четверта група сорти Почайна, Полянка (менш мінливі при всіх концентраціях).

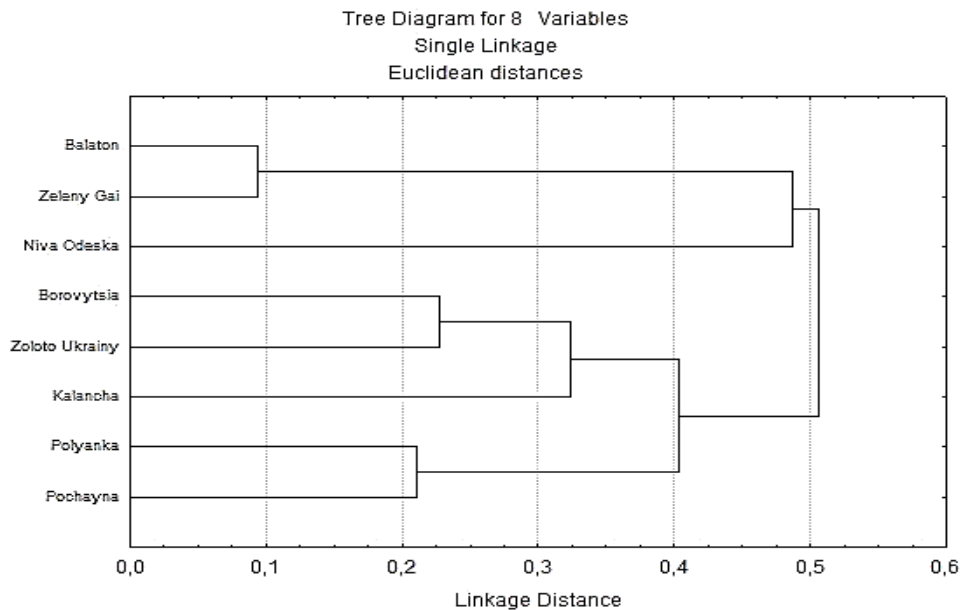


Рис. 2. Результати кластерного аналізу по показнику рівня мінливості

В спектрі було отримано всього 37 змінених ознак по 6 групах мінливості, котрі були проаналізовані за дискримінантним та факторним аналізом для виявлення значимості окремих груп (Таблиці 3, 4).

Перша група мутації за структурою стебла. Це такі ознаки як товсте стебло, тонке стебло, високостеблові, низькостеблові, напівкарлик, карлик, слаба воскова поволока, відсутність воскової поволоки. Найвища частота високостеблових форм (до 1,0%, в середньому 0,55%) також значима ймовірність отримання форм зі слабкою восковою поволокою та її відсутністю, низькостеблових, напівкарликових форм, інші ознаки слабо-варіативні. Друга група складається з ознак структури зерна. Виникнення мутацій за всіма цими ознаками мало ймовірно. Третя група включає зміни за структурою колосу. Це такі ознаки як остистий, безостий, довгий, рихлий, циліндричний, веретеноподібний, щільний, крупний, дрібний, напівостистий, ригідний, булавоподібний, загострений, подвійний колос та антоціанові ості. Більшість мутацій низької ймовірності, але виділилися форми з напівостистим колосом (до 0,6%, в середньому 0,23%) та форми з довгим, напівостистим колосами (до 0,6%, в середньому 0,17 та 0,22% відповідно). Більш варіативна четверта група (зміни за фізіологією росту та розвитку). Включає ознаки стерильність, ранньостиглість, пізньостиглість, стійкість до захворювань. Виникнення останніх трьох ознак доволі часте, індукція стерильності навпаки, низька (таблиця 3) (висока ймовірність отримання ранньостиглих та стійких до захворювання форм). П'ята група складається з системних мутацій, що характерні для високих доз та концентрацій мутагену. Включає такі ознаки як скверхедний колос, спельтоїдний колос, субкомпактоїд, компактоїд, сферококкоїд. Доволі значна кількість спельтоїдів (до 0,67%), значне виникнення скверхедних колосів (до 0,89%, з суттєвим внеском окремих генотипів). Шоста група складається з господарчо-цінних форм з високої кустистістю та продуктивністю. Вони високої ймовірності для дії НМС (до 1% для продуктивних форм при середній 0,24%).

Для мутаційного процесу в процесі дискримінантного аналізу встановлено модельність окремих параметрів за групами (Таблиця 3, 4). Суттєвими вона була за частотою, рівнем мінливості, мутацій в першій, четвертій, п'ятій, шостій групі.

Таким чином, можна достовірно передбачити для даного мутагену на даному матеріалі високу кількість мутантів з комплексними змінами. Доволі висока ймовірність класифікації генотипу у факторному просторі.

Таблиця 3. Модельні параметри мутагенної активності

Параметр в моделі	Wilks Lambda λ	Часткова Lambda	F-критичне (4,02)	p-рівень
Загальна частота	0,09	0,82	27,14	0,01
Рівень мінливості	0,09	0,84	30,19	0,01
Перша група	0,11	0,79	15,82	0,01
Друга група	0,55	0,32	1,97	0,12
Третя група	0,34	0,49	2,98	0,09
Четверта група	0,09	0,83	28,02	0,01
П'ята група	0,14	0,78	12,78	0,01
Шоста група	0,19	0,67	7,52	0,02

Таблиця 4. Факторне навантаження параметрів

Параметр	Генотип	Концентрація
Загальна частота	0,711479	0,959177
Рівень мінливості	0,813990	0,891779
Перша група	0,710921	0,836801
Друга група	0,301303	0,342009
Третя група	0,696000	0,478143
Четверта група	0,714083	0,816162
П'ята група	0,830911	0,823209
Шоста група	0,710011	0,721440
Пояснена компонента	2,485990	3,167999
Загальна компонента	0,433439	0,359175

Примітка: статистично значимі виділені жирним.

Висновки. НМС як агент мутаційної активності індукує доволі високу кількість різних типів мутацій, причому спрямовано на отримання як малих, більш практично-цінних змін, так і негативних за структурою колосу. Висока ймовірність отримання цінних форм з довгим озерним колосом, продуктивних та кущистих, ранньостиглих, стійких до захворювань, низькостеблових мутантів. Разом з тим, дуже висока ймовірність отримання форм зі спельтоїдним, скверхедним колосом, високим стеблом, що є негативними ознаками. Позитивним є низьке виникнення стерильних форм. Використаний вихідний матеріал є доволі перспективним саме в поєднанні з помірними концентраціями НМС, тому можна вважати, що оптимальна композиція у випадку даних сортів це використання для високої індукції цінних форм НМС у концентрації 0,025.

Список використаних джерел

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Goma A., Abaza S., Mansour E. Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*. 2020. 8(3). P. 252–264.
2. Anter A. Induced Mutations in Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Improved Grain Yield by Modifying Spike Length. *Asian Journal of Plant Sciences*. 2021. 20. P. 313–323.
3. Chaudhary J., Deshmukh R., Sonah H. Mutagenesis Approaches and Their Role in Crop Improvement. *Plants*. 2019. 8. 467 p.
4. Mangi N., Baloch A. W., Khaskheli N. K., Ali M., Afzal W. Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*. 2021. 1(1). P. 29–34.
5. Nazarenko M., Izhboldin O., Izhboldina O. Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*. 2022. 11(2). P. 116–123.
6. Nazarenko M. Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2016. LIX. P. 350–353.
7. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., Hildebrand D. Optimized gamma radiation produces physiological and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology Molecular Biology Plants*. 2022. 28(8). P. 1571–1586.
8. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., Jankuloski L. Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2018. P. 672.
9. Udage A. Introduction to plant mutation breeding: different approaches and mutagenic agents. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*. 2021. 16. 466.
10. Yali W., Mitiku T. Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*. 2022. 10(2). P. 64–70.

Horshchar V. I.

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department of Plant production,
Dnipro State Agrarian and Economics University
Dnipro, Ukraine

E-mail: gorschar_vlad@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9175-9749

Nazarenko M. M.

Doctor of Agricultural Sciences,
Head of the Department of Breeding and Seedfarming,
Dnipro State Agrarian and Economics University
Dnipro, Ukraine

E-mail: nik_nazarenko@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6604-0123

PECULARITIES OF MUTATION INDUCTION UNDER NITROSOMETHYLUREA ACTION FOR WINTER WHEAT

Abstract

Nitrosoalkylureas as a mutagenic factor belong to the group of substances capable of causing high frequencies of mutations in the structure of plants, which will lead to the emergence of a large number of intensive forms. Purpose. The aim was to reveal the features of induction of the frequency and spectrum of mutational changes in winter wheat in the second-third generation, to show the key points of mutational variability by individual characters and depending on the genotype. Seeds of 8 varieties of winter wheat Balaton, Borovytsia, Zeleny Gai, Zoloto Ukrainy, Kalancha, Niva Odeska, Polyanka, Pochayna were treated with a solution of the chemical mutagen nitrosomethurea (NMU) in concentrations of 0,0125, 0,025%. In the M_2 – M_3 generations, mutant families were selected by visual assessment, analysis, structural analysis by phenophases and grain yield analysis. 11,950 families in the second-third generation were studied. Usual concentrations typical for breeding practice were used. At the same time, even a higher concentration of NMU of 0,025% led to a significant decrease in viability only in the case of one variety Zeleny Gai. With statistical reliability, the overall frequency of mutations was influenced by the indicators of increased concentration and genotype, in a pairwise comparison, the varieties Polyanka and Pochayna, Niva Odeska differed significantly, in all cases the variants differ from each other and from the control. The level of variability was influenced by both the increase in concentration and the genotype indicator, and when paired, varieties Kalancha, Polyanka, and Pochayna were separated. In the spectrum, a total of 37 changed traits in 6 groups of variability were obtained, it is possible to reliably predict for this mutagen on this material a high number (in comparison) of mutants with changes in the height of the stem, forms with a long spindle-shaped ear. The probability of genotype classification in the factor space is quite high. There is a high probability of obtaining valuable forms with a long spike, productive and bushy, earliness, disease-resistant mutants. At the same time, there is a high probability of obtaining forms with a squareheaded, speltoid spike, a tall stem, which are negative signs. Low probability of sterile forms. The used starting material is quite promising especially in combination with moderate concentrations of NMU, so it can be considered that the optimal composition in the case of these varieties is the use for high induction of valuable forms of NMU at a concentration of 0,025% with the vast majority of the indicated genotypes.

Key words: winter wheat, nitrosomethylureas, mutations, rate, spectra.

References

1. Abaza G., Awaad A., Attia M., Abdellateif S., Gomaa A., Abaza S., & Mansour E. (2020). Inducing potential mutants in bread wheat using different doses of certain physical and chemical mutagens. *Plant Breeding and Biotechnology*, 8(3). 252–264.
2. Anter A. (2021). Induced Mutations in Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Improved Grain Yield by Modifying Spike Length. *Asian Journal of Plant Sciences*, 20. 313–323
3. Chaudhary J., Deshmukh R., & Sonah H. (2019). Mutagenesis Approaches and Their Role in Crop Improvement. *Plants*, 8. 467. doi: 10.3390/plants8110467
4. Mangi N., Baloch A. W., Khaskheli N. K., Ali M., & Afzal W. (2021). Multivariate Analysis for Evaluation of Mutant Bread Wheat Lines Using Metric Traits. *Integrative Plant Sciences*, 1(1). 29–34.
5. Nazarenko M., Izhboldin O., & Izhboldina O. (2022). Study of variability of winter wheat varieties and lines in terms of winter hardness and drought resistance. *AgroLife Scientific Journal*, 11(2). 116–123.
6. Nazarenko M. (2016). Identification and characterization of mutants induced by gamma radiation in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LIX. 350–353.
7. Shabani M., Alemzadeh A., Nakhoda B., Razi H., Houshmandpanah Z., & Hildebrand D. (2022). Optimized gamma radiation produces physiological and morphological changes that improve seed yield in wheat. *Physiology Molecular Biology Plants*, 28(8). 1571–1586.
8. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P., & Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 672.
9. Udage A. Introduction to plant mutation breeding: different approaches and mutagenic agents. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*, 2021. 16. 466.
10. Yali W., & Mitiku T. (2022). Mutation Breeding and Its Importance in Modern Plant Breeding. *Journal of Plant Sciences*, 10(2). 64–70.

УДК 633.85:631

Ласло О. О.

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

Вербицький Я. В.

здобувач ступеня вищої освіти Магістр,
Заклад вищої освіти «Полтавський державний аграрний університет»
Полтава, Україна
E-mail: yaroslav.verbytskyi@st.pdaa.edu.ua

ВПЛИВ РІЗНИХ ВИДІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН ПОЛЯ ПІД ПОСІВ СОНЯШНИКА

Анотація

Стаття присвячена встановленню оптимальної системи обробітку ґрунту для контролювання чисельності сегетальних рослин і визначенню потенційної забур'яненості поля під посів соняшника за попередника пшениці озимої.

Встановлено, що за час проведення досліджень навесні 2023 року було зареєстровано 17 видів бур'янів різних біологічних груп і класів. Кореневища багаторічних бур'янів, як свідчать дані весняного обліку, представлені такими видами: пирій повзучий, берізка польова, осот жовтий польовий. Найбільшу кількість становлять насіння дворічних, зимуючих та ярих бур'янів.

Як показали лабораторні дослідження потенційної забур'яненості, серед визначених видів бур'янів за насінням відмітили: ярі ранні: гірчиця польова, рутка лікарська, гірчак березковидний; ярі пізні: плоскуха звичайна, лобода біла, мишій сизий, мишій зелений, якірці сланкі, щиріця звичайна; зимуючі: талабан польовий, триреберник непахучий, сокирки польові, сухоребрик Льозеліїв, кучерявець Софії. Дослідженнями встановлено, що за варіанту з глибоким полицевим обробітком ґрунту спостерігається найнижча потенційна забур'яненість – 65 шт/м.кв, що свідчить про високу культуру землеробства в досліді. Відзначено, що найбільший ступінь забур'янення була на варіанті де застосовували мілкий безполицевий обробіток (87,1 шт/м.кв), на варіанті зі глибоким безполицевим обробітком також відмічено збільшення кількості насіння потенційної сегетальної рослинності (72,7 шт/м.кв). Рекомендуємо на варіантах із застосуванням безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту, де висіватимуть соняшник, застосувати ґрунтові гербіциди у поєднанні з механічними обробками міжрядь для зниження актуальної забур'яненості. У статті підтверджено дослідження науковців з питання підвищення культури землеробства шляхом ретельно підбраної системи основного обробітку ґрунту, що забезпечує поліпшений фітосанітарний стан поля, збереження і підвищення його родючості, попередження деградаційних процесів, оптимізацію водного режиму і фізичних властивостей ґрунту, що у підсумку впливає на підвищення урожайності соняшника.

Ключові слова: основний обробіток ґрунту, попередник, соняшник, бур'яни, потенційна забур'яненість.

Вступ. Високий потенціал родючості чорноземних ґрунтів створює сприятливі умови для вирощування олійних культур, зокрема і соняшника. Але потужний насінневий банк сегетальної рослинності спричиняє негативний вплив на рослини соняшника, у той час коли значна частина елементів живлення у ґрунті міститься в формі складних органічних або нерозчинних мінеральних сполук і тому не може засвоюватися корінням рослин [1]. Тоді як використання різних способів основного обробітку ґрунту впливають на його фітосанітарний стан, вологість, інтенсивність діяльності мікроорганізмів, аерацію, регулює поживний режим, підвищуючи ефективність добрив і створює сприятливі умови для вирощування гібридів соняшника [4; 5; 7].

Головним завданням основного обробітку ґрунту під соняшник є контроль за фітосанітарним станом посівів, а саме максимальне знищення багаторічних та однорічних бур'янів, накопичення і збереження якомога більшої кількості вологи у 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 [3].

Безполицевий обробіток ґрунту зі залишенням на полі нетоварної частини урожаю у вигляді мульчі, що проводиться без перевертання скиби, суттєво впливає на перебіг і спрямованість ґрунтових процесів, зокрема, на азотний режим чорноземів. Застосування мульчувального обробітку ґрунту на фоні великої кількості рослинних решток знижує швидкість мінералізації гумусу і гальмує перехід органічних азотних сполук у доступні для рослин неорганічні форми. Досліджуваним фактором при вирощуванні соняшнику є фітосанітарний стан поля та потенційна забур'яненість майбутніх посівів [2].

Як відомо, бур'яни відзначаються високою шкідливістю по відношенню до рослин сояшнику. Адже вони впливають на виснаження та висушування ґрунту, пригнічують ріст і розвиток рослин сояшника, знижують урожайність і якість насіння.

Бур'яновий компонент за рахунок своєї надземної маси здатен затіняти і пригнічувати посіви сояшнику, внаслідок чого він розвиваються повільніше, зменшується інтенсивність фотосинтезу завдяки скороченню асиміляційної поверхні листя. Сегетальна рослинність підсилює негативну дію посухи, використовуючи значну кількість ґрунтової вологи [8].

Науковцями доведено, що післязбиральне лушення стерні та наступна оранка на зяб є найбільш ефективним заходом захисту посівів сояшнику від бур'янів за рахунок заорювання насіння у нижні шари ґрунту, в результаті чого воно не проростає.

Під час застосування різних видів безполицевого 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 [10]. В той же час локалізоване у верхньому шарі насіння підпадає впливу різких коливань температури і вологості ґрунту, в результаті чого одна частина їх 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].

Ефективність мілкого обробітку під сояшник суттєво зростає за поєднання механічних та хімічних прийомів знешкодження бур'янів [9].

Отже, основний обробіток ґрунту відіграє вагомий роль у підвищенні культури землеробства та контролюванні забур'яненості посівів, тому у зоні нестійкого зволоження його слід проводити з урахуванням розвитку ерозійних процесів, біологічних особливостей рослин сояшника, попередників, погодних умов.

Метою дослідження є вибір ефективного способу основного обробітку ґрунту, що визначає систему регулювання фітосанітарного стану і у подальшому, створює сприятливі умови для розвитку рослин сояшника.

Виклад основного матеріалу дослідження. Польовий дослід заклали у ФГ «Колос» Синельниківського району Дніпропетровської області у 2022 році. Ґрунтовий покрив – чорнозем звичайний середньосуглинковий. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0–30 см – 3,09%. Клімат зони – помірно-континентальний. Середньомісячна температура впродовж вегетаційного періоду попередника (пшениця озима) у 2022 році коливалася в межах 15,3–22,8°C. Річна сума опадів становить в середньому 415–422 мм. Агротехнічні заходи в досліді відповідають існуючим для зони вимогам для подальшого вирощування сояшника у 2023 році.

Схема досліду передбачала наступні види обробітків ґрунту після збирання попередника: полицевий обробіток, безполицевий обробіток (дискування, чизелювання). Проводили глибоку оранку на 22–24 см, мілкий дисковий обробіток на 10–12 см і обробіток чизель-плугом на глибину 22–24 см.

Для визначення потенційної засміченості поля (попередник пшениця озима) механічним способом навесні 2023 року після закриття вологи, відібрано зразок ґрунту масою 1 кг, який склали з окремих проб, відібраних з глибини 0–30 см рівномірно по двох діагоналях поля. Площа поля складала 15 га, тому було відібрано 80 рівновеликих проб. Відбір проводили із шарів товщиною 10 см, тобто в орному шарі виділяли три частини: 0–10 см, 10–20 см і 20–30 см. Ці частини було поділено навпіл – на дві наважки по 500 г, відділено насіння з кожної на сита з отворами 0,25 мм у воді. Підрахунок фізично нормального (виповненого) насіння робили на білому папері, надавлюючи на нього злегка шпателем, не враховуючи при цьому порожні оболонки. По 50 виділених з ґрунту нормальних насінин у 3-х повторностях висівали у чашки Петрі на ложе з трьох шарів фільтрувального паперу, змоченого 10 мл води, і поміщали у термостат для пророщування при температурі +20...+25°C протягом 30 днів.

Облік пророщених насінин проводили через 3–5 днів наростаючим підсумком. Щоб уникнути алелопатичних взаємовпливів насіння різних видів, висівали в одну чашку Петрі, а також ураження насіння хворобами кожні 5 днів у чашках замінюють паперове ложе. Після закінчення пророщування в чашки наливали 10 мл 0,5% розчину хлорфенілтетразолію хлористого і через 24 год експозиції в темному термостаті при температурі +20°C визначали при 10-кратному збільшенні після роздавлювання насінних оболонок кількість мертвих насінин з коричневим вмістом, а також насіння, що перебувало в ендогенному спокої (тканини були забарвлені в червоний колір), і тверде насіння в екзогенному спокої з білим кольором тканин.

За час проведення досліджень навесні 2023 року було зареєстровано 17 видів бур'янів різних біологічних груп і класів. Кореневища багаторічних бур'янів, як свідчать дані весняного обліку, представлені наступними видами: пирій повзучий, берізка польова, осот жовтий польовий. Найбільшу кількість становлять насіння дворічних, зимуючих та ярих бур'янів.

Визначення величини насінневої продуктивності основних видів бур'янів свідчить про найбільший показник бур'янів експлерентів, які належать до ярих видів бур'янів. Дворічні і багаторічні бур'яни віоленти за цією ознакою істотно поступалися. Насіннева продуктивність рослин бур'янів очевидно зазнає також істотного впливу фітосередовища в агрофітоценозах альтернативних технологічних груп культурних рослин. Прогнозована величина ступеня забур'янення у посівах просапних культур, особливо сояшника у 3–6 разів більша порівняно із зерновими культурами.

Як показали лабораторні дослідження потенційної забур'яненості, серед визначених видів бур'янів за насінням відмітили: ярі ранні: гірчиця польова, рутка лікарська, гірчак березковидний; ярі пізні: плоскуха звичайна, лобода біла, мишій сизий, мишій зелений, якірці сланкі, щирія звичайна; зимуючі: талабан польовий, триреберник непахучий, сокирки польові, сухоребрик Льозелів, кучерявець Софії.

Розподіл потенційної забур'яненості на варіантах досліду подано на рисунках 1, 2, 3 де у відсотковому розподілі представлено бур'яни за біологічною класифікацією.

Так, за полицевого (рис. 1.) обробітку спостерігали високу кількість насіння ярих ранніх і зимуючих бур'янів, частка багаторічних (кореневищних і коренепаросткових) була незначною (13% від загальної кількості).

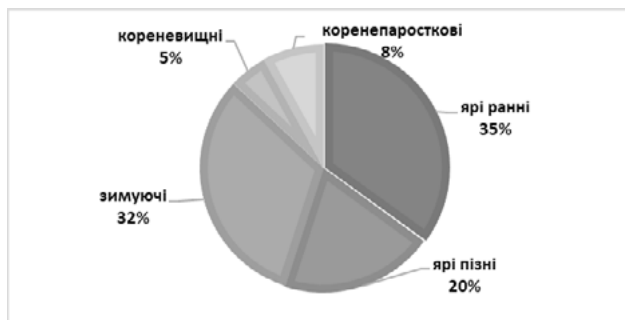


Рис. 1. Потенційна забур'яненість поля за полицевого (оранка) обробітку ґрунту, %

У варіанті за використання безполіцевого обробітку чизель-культиватором (рис. 2) кількість багаторічних бур'янів на варіанті досліду дещо збільшилася у порівнянні з варіантом, де застосовували полицевий обробіток на 8%, але зменшилася кількість зимуючих і ранніх ярих бур'янів, помітили також збільшення ярих пізніх бур'янів.

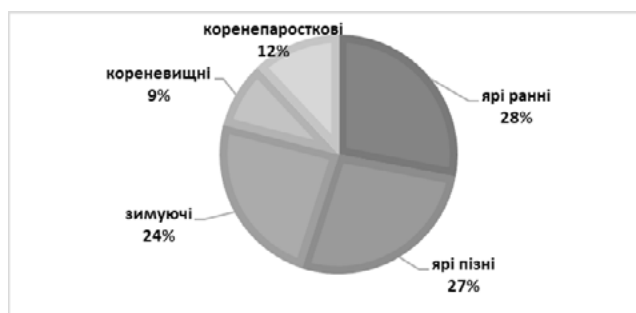


Рис. 2. Потенційна забур'яненість поля за безполіцевого (чизель-плуг) обробітку ґрунту, %

При застосуванні мілкового безполіцевого обробітку дисковою бороною (рис. 3) помітили підвищення засмічення кореневищами багаторічних бур'янів у порівнянні з полицевим обробітком на 12%, кількість зимуючих бур'янів знизилася, але помітили збільшення кількості насіння ярих пізніх бур'янів на 11–18% порівняно з 1 і 2 варіантами.

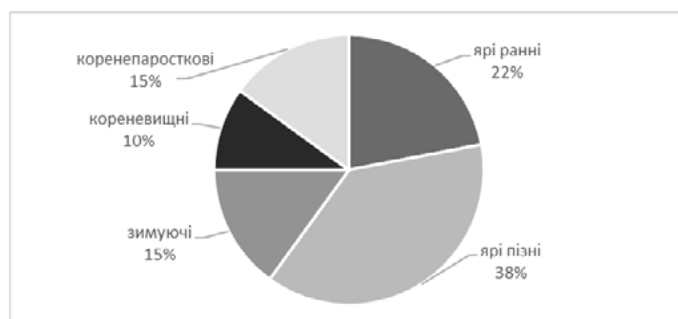


Рис. 3. Потенційна забур'яненість поля за безполіцевого (дискова борона) обробітку ґрунту, %

Отже, найнижча потенційна забур'яненість відмічена на варіанті із глибоким полицевим обробітком ґрунту 65 шт/м.кв після збору попередника (пшениця озима), найбільший ступінь забур'янення прогнозується на варіанті де застосовували мілкий безполіцевий обробіток (87,1 шт/м.кв), на варіанті зі глибоким безполіцевим обробітком також відмічено збільшення кількості потенційних бур'янів (72,7 шт/м.кв).

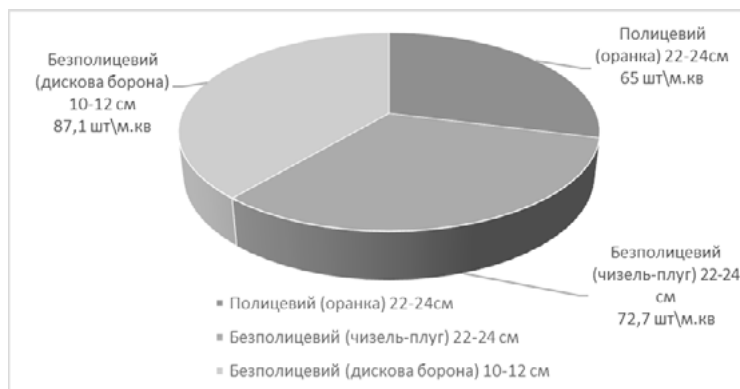


Рис. 4. Потенційна засміченість поля насінням малорічних та кореневищ багаторічних бур'янів за різноглибинного основного обробітку ґрунту

За даними діаграми (рис 4.) можемо зробити висновок, що на варіантах із застосуванням безполицевого різноглибинного обробітку ґрунту, де висіватимуть соняшник, є необхідність у застосуванні ґрунтових гербіцидів у поєднанні з механічними обробками міжрядь для зниження забур'яненості.

Висновки. Наші дослідження підтверджують попередні напрацювання науковців з питання впливу основного різноглибинного обробітку ґрунту, а саме післязбиральне луцення стерні пшениці озимої та наступний глибокий полицевий обробіток 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.

Список використаних джерел

1. Chuprina, Yu.Yu., Klymenko, I.V., Belay, Yu.M., Golovan, L.V., Buzina, I.M., Nazarenko, V.V., Buhaiov, S.M., Mikheev, V.H., Laslo, O.O. (2021). The adaptability of soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 267–272. doi: 10.15421/2021_239.
2. Irina Korotkova, Mykola Marenych, Volodymyr Hanhur, Oksana Laslo, Oksana Chetveryk, Viktor Liashenko. Weed Control and Winter Wheat Crop Yield With the Application of Herbicides, Nitrogen Fertilizers, and Their Mixtures With Humic Growth Regulators. *Acta Agrobotanica / 2021 / Volume 74 / Article 748*. doi: 10.5586/aa.748.
3. Андрієнко О., Андрієнко А. Обробіток ґрунту під соняшник. *Агрономія Сьогодні*. 2021. URL: <http://agronomy.com.ua/statti/oliini/284-obrobitok-gruntu-pid-soniashnyk.html>.
4. Ласло О.О. Ефективність впливу рістрегулюючих препаратів та комплексних добрив на урожайність соняшника. *Таврійський науковий вісник*, 2022. Вип. 125. С. 72–77. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.10>.
5. Ласло О.О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшника за умов глобальних кліматичних змін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 2. С. 107–113. doi: 10.31210/visnyk2022.02.12.
6. Маслійов С.В., Степанов В.В., Зіновий О.Б. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Луганської області. *Таврійський науковий вісник* № 112. 2020. С. 111–115. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.15>.
7. Олєпир Р.В., Ласло О.О. Вплив застосування регуляторів росту рослин та мінеральних добрив «НАФ» на продуктивність соняшника. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали ІХ Міжнародної наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів*. 2021. С. 81. URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua>, 2021.
8. Сокирко П.Г. Вплив способів обробітку ґрунту на вологозабезпеченість та продуктивність соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, № 2. 2011. С. 48–50. doi: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/48.pdf>.
9. Циліорик О.І. Вплив мульчувального обробітку ґрунту на живлення соняшнику. *Агроном*. №1, 2023. URL: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-mulchuvalnogo-obrobitku-gruntu-na-zhyvlennya-sonyashnyku/>.
10. Циліорик О.І. Вплив обробітку ґрунту на забур'яненість посівів соняшнику. *Агробізнес Сьогодні*. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/ahramni-kultury/item/12677-vplyv-obrobitku-gruntu-na-zaburianenist-posiviv-soniashnyku.html>.

Laslo O. O.

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry named after V.I. Sazanova,
Institution of Higher Education 'Poltava State Agrarian University'
Poltava, Ukraine*

E-mail: oksana.laslo@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0002-0101-4442

Verbytskyi J.V.

*Higher education degree holder Master
Institution of Higher Education 'Poltava State Agrarian University'
Poltava, Ukraine*

E-mail: yaroslav.verbytskyi@st.pdaa.edu.ua

THE INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MAIN TILLAGE ON THE PHYTOSANITARY CONDITION OF THE FIELD UNDER SUNFLOWER SOWING

Abstract

The article is devoted to the establishment of an optimal tillage system to control the number of segetal plants and to determine the potential weediness of the field for sowing sunflower for the predecessor of winter wheat. It was established that during the research in the spring of 2023, 17 types of weeds of various biological groups and classes were registered. The rhizomes of perennial weeds, as evidenced by the data of the spring census, are represented by the following species: creeping heather, field birch, yellow field thistle. The largest amount is the seeds of biennial, winter and spring weeds. As shown by laboratory studies of potential weediness, among the identified types of weeds by seed, the following were noted: spring and early: field mustard, medicinal turnip, birch mustard; late spring: common sedge, white quinoa, mouse gray, mouse green, slinky acorns, common scotch; wintering: field talaban, unscented three-ribbed, field axes, Lozelii's dry rib, Sofia's curlew. Research has established that the lowest potential weediness is observed for the variant with deep shelf tillage - 65 pieces per square meter, which indicates a high culture of agriculture in the experiment. It was noted that the highest degree of weeding was on the option where shallow tillage was applied (87.1 pieces per square meter), on the variant with deep tillage without shelves an increase in the number of seeds of potential segetal vegetation was also noted (72.7 pieces per square meter). We recommend using soil herbicides in combination with mechanical inter-row treatments to reduce actual weediness on the variants with the use of shelf-less multi-depth tillage, where sunflowers will be sown. The article confirms the research of scientists on the issue of improving the culture of agriculture through a carefully selected system of basic soil cultivation, which ensures an improved phytosanitary condition of the field, preservation and increase of its fertility, prevention of degradation processes, optimization of the water regime and physical properties of the soil, which ultimately affects the increase in productivity sunflower.

Key words: main tillage, predecessor, sunflower, weeds, potential weediness.

References

1. Chuprina, Yu.Yu., Klymenko, I.V., Belay, Yu.M., Golovan, L.V., Buzina, I.M., Nazarenko, V.V., Buhaiov, S.M., Mikheev, V.H. & Laslo, O.O. (2021). The adaptability of soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 267-272. doi: 10.15421/2021_239.
2. Irina Korotkova, Mykola Marenych, Volodymyr Hanhur, Oksana Laslo, Oksana Chetveryk, & Viktor Liashenko. Weed Control and Winter Wheat Crop Yield With the Application of Herbicides, Nitrogen Fertilizers, and Their Mixtures With Humic Growth Regulators. *Acta Agrobotanica /2021/Volume 74/ Article 748*. doi: 10.5586/aa.748.
3. Andrienko O., Andrienko A. (2021). Obrobitok gruntu pid soniashnyk [Soil cultivation for sunflower]. *Ahronomiia Sohodni – Agronomy Today*. Retrieved from <http://agronomy.com.ua/statti/oliini/284-obrobitok-gruntu-pid-soniashnyk.html> [in Ukrainian].
4. Laslo O.O. (2022). Efektyvnist vplyvu ristrehuliuiuchykh preparativ ta kompleksnykh dobryv na urozhainist soniashnyka [Effectiveness of the effect of re-regulating drugs and complex fertilizers on the yield of sunflower]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 125. pp. 72–77. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.10> [in Ukrainian].
5. Laslo O.O. (2022). Pokaznyky efektyvnosti zastosuvannya rehuliatoriv rostu roslyn u tekhnolohii vyroshchuvannya soniashnyka za umov hlobalnykh klimatychnykh zmin [Indicators of the effectiveness of the use of plant growth regulators in sunflower cultivation technology under conditions of global climate change]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2. pp.107-113. doi: 10.31210/visnyk2022.02.12 [in Ukrainian].
6. Masliyov S.V., Stepanov V.V., Zinoviy O.B. (2020). Vplyv osnovnoho obrobitku gruntu na produktyvnist soniashnyku v umovakh luhanskoi oblasti [The influence of the main tillage on the productivity of sunflower in the conditions of the Luhansk region]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin*, 112. pp. 111-115. doi: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.15> [in Ukrainian].
7. Olepir R.V., Laslo O.O. (2021). Vplyv zastosuvannya rehuliatoriv rostu roslyn ta mineralnykh dobryv «HAF» na produktyvnist soniashnyka [The effect of the use of plant growth regulators and 'HAF' mineral fertilizers on sunflower productivity]. *Selektsiia, henetyka ta tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur: materialy IKh Mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh i spetsialistiv – Breeding, genetics and technologies of growing agricultural crops: materials of the IX International Science-Practice. conf. young scientists and specialists*, p. 81. Retrieved from <http://confer.uiesr.sops.gov.ua, 2021> [in Ukrainian].

8. Sokyрко P.G. (2011). Vplyv sposobiv obrobitku gruntu na volohozabezpechenist ta produktyvnist soniashnyku [The influence of tillage methods on moisture availability and productivity of sunflower]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2 pp. 48-50. doi: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2011/02/48.pdf> [in Ukrainian].

9. Tsilyurik O.I. (2023). Vplyv mulchivalnoho obrobitku gruntu na zhyvlennia soniashnyku. [The effect of mulching on the nutrition of sunflower]. *Ahrobiznes Sohodni – Agronomist*. 1. Retrieved from <https://www.agronom.com.ua/vplyv-mulchivalno-go-obrobitku-gruntu-na-zhyvlennya-sonyashnyku/> [in Ukrainian].

10. Tsilyurik O.I. (2019). Vplyv obrobitku gruntu na zaburianenist posiviv soniashnyku [The influence of tillage on weediness of sunflower crops]. *Ahrobiznes Sohodni – Agribusiness Today*. Retrieved from <http://agro-business.com.ua/ahrami-kultury/item/12677-vplyv-obrobitku-gruntu-na-zaburianenist-posiviv-soniashnyku.html> [in Ukrainian].

УДК 636. 92 (075.8)

Пустова Н. В.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
асистент кафедри технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: pustovanatasha@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3184-6378

Пустова З. В.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри екології і загальнобіологічних дисциплін,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: pustovazoua@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3511-5054

Ружальська С.

доктор хабілітований, асоційований професор Університету в Лодзі
Лодзь, Польща
E-mail: sylwia.rozalska@biol.uni.lodz.pl
ORCID: 0000-0003-1695-5154

ОРГАНІЧНЕ КРОЛІВНИЦТВО В УМОВАХ ПРИВАТНИХ ГОСПОДАРСТВ

Анотація

Кролі з-поміж інших видів сільськогосподарських тварин найбільш плодючі, завдяки чому за сприятливих умов господарювання та логістики продукції можна досягти доброго прибутку. Методика досліджень передбачала вивчення особливостей м'ясо-шкуркових порід кролів та продуктивних якостей за органічного вирощування, основ вирощування та догляду в умовах приватних господарств за кліткового та вольєро-кліткового утримання.

Кролі легко акліматизуються у будь-якій кліматичній зоні України, завдяки цьому їх розводять повсюдно. У індивідуальних селянських господарствах зосереджено близько 98% усього поголів'я кролів. Сьогодні оптимальним напрямом розвитку галузі кролівництва є створення індивідуальних та фермерських господарств. Найбільшого поширення у нашій країні набули породи кролів: сірий і білий велетні, метелик, сріблястий, чорно-бурий, новозеландська біла, каліфорнійська. Розведення усіх порід кролів, що вирощують у господарствах країни, спрямоване на одержання товарної продукції: м'яса, хутра та шкурок. Головними перевагами кролівництва є економія площ та відсутність капітальних приміщень для вирощування поголів'я кролів, а також їхня спокійна, тиха поведінка (безшумні тварини). Стан здоров'я, м'ясність і якість шкурок кролів суттєво залежать від системи їх утримання. Для повноцінного зростання кролів потрібно використовувати збалансований раціон. Повноцінна годівля поголів'я кролів забезпечує високу якість продукції: м'ясо ніжне і соковите, з помірним відсотком жиру. Для годівлі кролів використовують лише корми доброї якості, без ознак псування, обмороження та сильного забруднення землею коренеплодів. Для годівлі кролів використовують грубі корми, концентрати, коренеплоди, премікси і білково-мінеральні добавки та гранульовані комбікорми. Орієнтовні витрати кормів на 1 кг живої маси м'ясних порід кролів – 6–6,5 кг та м'ясо-шкуркових порід кролів – 8–9,5 кг.

Рентабельність органічного кролівництва зумовлюється застосуванням досконалих систем утримання, збалансованого раціону та якісних кормів, що дає змогу значно зменшити капітальні й експлуатаційні витрати у кроле-господарстві, а також на логістику продукції кролівництва.

Ключові слова: кролі, породи, утримання, годівля, клітки.

Вступ. Галузь кролівництва у нашій країні розвивається повільно та представлена здебільшого продукцією приватних господарств та поодинокими фермерськими господарствами, проте має усі шанси посісти особливе місце у сучасному тваринництві з органічної продукції, нішевого сегменту. Кролі з-поміж інших видів сільськогосподарських тварин найбільш плодючі, завдяки чому за сприятливих умов господарювання та логістики продукції можна досягти доброго прибутку.

Кролі можуть розмножуватися цілий рік, суцільність кролиці триває лише місяць. І відразу після окролу знову в охоті (ущільнені окроли). В одному окролі від самки можна одержати по 15–20 кроленят одночасно. Жива маса молодняку в 3-місячному віці у 30–40 разів більша від їхньої маси при народженні. Менше ніж за рік (4–6 місяців) кроленя виростає до 4–5 кг, тому за рік одна кролиця може вивести близько 50 кроленят, що

дасть змогу отримати м'яса у живій вазі понад 200 кг (чиста м'ясна тушка одного кроля важить близько 2,7 кг, тобто у чистій вазі понад 120 кг). М'ясо кроля засвоюється організмом людини практично повністю – на 93–96% [4; 7; 9; 11; 12].

Матеріал і методи. Методика досліджень передбачала вивчення особливостей м'ясо-шкуркових порід кролів та продуктивні якості за органічного вирощування, основ вирощування та догляду в умовах приватних господарств за кліткового та вольєро-кліткового утримання.

Результати і обговорення. Кролі легко акліматизуються у будь-якій кліматичній зоні України, завдяки чому їх розводять повсюдно. У індивідуальних селянських господарствах зосереджено близько 98% усього поголів'я кролів. Сьогодні оптимальним напрямом розвитку галузі кролівництва є створення індивідуальних та фермерських господарств.

Для ефективного ведення кролівництва, окрім загальних принципів утримання та вирощування, доцільно враховувати і породні особливості кролів. Їх особливо важливо враховувати за утримання у клітках на вулиці, у спеціальних місцях, захищених від негоди, тому що вплив погодних умов інколи вагомо визначає продуктивні якості кролів.

Предком сучасних кролів був дикий кріль бурувато-сірого забарвлення типу агуті. Одомашнені тварини відрізняються від своїх предків більшою живою масою, високою плодючістю, кращою якістю шкурки, м'яса й пуху. Усі породи кролів, які сьогодні розводять, створені багатолітньою працею людини. У світі відомо понад 60 порід кролів. Залежно від напрямку продуктивності їх поділяють на м'ясо-шкуркові, м'ясні й пухові; окрему групу становлять декоративні кролі. Найбільшого поширення у нашій країні набули м'ясо-шкуркові та частково – м'ясні (новозеландська біла, каліфорнійська) породи кролів. Із м'ясо-шкуркових порід в Україні найпоширеніші такі: сірий і білий велетні, метелик, сріблястий, чорно-бурий [6; 7; 9].

Порода сірий велетень виведена в Україні простим відтворним схрещуванням місцевих безпородних кролів із завезеними кролями породи фландр. Від місцевих кролів сірий велетень успадкував високу плодючість, життєздатність і пристосованість до місцевих умов, від фландрів – інтенсивний ріст і розміри тіла, велику живу масу, забарвлення волосяного покриву та якість опушення. Кролі мають міцну конституцію: велику голову, широкі й глибокі груди, довгу, пряму, широку спину, широкий, закруглений круп та масивні, міцні, прямі кінцівки, добре опушені лапи. Жива маса дорослих кролів – у середньому 5 кг, довжина тулуба – 61 см, обхват грудей – 38 см. Кролематки за один окріл народжують у середньому 10 кроленят. У 90 днів вони досягають живої маси 2–3 кг. За скороспілістю, оплатою корму, забійним виходом та якістю м'яса сірі велетні не відрізняються від інших кролів м'ясо-шкуркових порід. За забарвленням волосяного покриву виокремлюють тварин чотирьох типів, проте найпоширеніший сіро-заячий – агуті. Під час роздування хутра проти напрямку росту волосу в розетці видно п'ять кольорових зон: внизу блакитно-сіра, вище – бурувато-жовта, потім – темно-руда, вище – світло-жовта і кінцівки волосу – чорні або бурувато-чорні. За густотою волосяного покриву порода має середній показник – 16 тис. волосинок на 1 см². Від повновікових кролів отримують шкурки особливо великого розміру – 2500–2700 см², інколи – 3000 см² [7; 12].

Кролі породи білий велетень виведені наприкінці XIX – на початку XX ст. у Німеччині й Бельгії як результат тривалого відбору і добору кролів породи фландр білого кольору (альбіноси) з ніжною конституцією, тонким кістяком і добрими м'ясними якостями. До України порода білий велетень була завезена у 1927 р. з Німеччини, тварини вирізнялися ніжною конституцією, були малоплідні, з поганими материнськими якостями самки. Завдяки вітчизняній селекції у кролів білий велетень ліквідували негативні якості, а кількість поголів'я цих тварин швидко зроста.

Білий велетень має великий розмір, міцну або ніжну конституцію, тонкий кістяк, легку з довгими вухами голову. Груди добре розвинені, із маленьким підгруддям, іноді з перехватом за лопатками, спина видовжена й довга, часто вузька і пряма, попереково-крижова частина тулуба довга, кінцівки прямі й довгі. Жива маса повновікових кролів у середньому становить 5 кг (від 4,6 до 6,4 кг), довжина тулуба – 60 см, обхват грудей за лопатками – 37 см. Кролематки народжують 10 кроленят і відрізняються відмінними материнськими якостями. Забійний вихід у 90–120 днів – 56–59%.

Чистопородні кролі породи білий велетень – альбіноси з червоними очима й густим чисто-білим блискучим волосяним покривом. На 1 см² шкіри налічується у середньому 20,3 тис. волосинок, при цьому на один остювий волос припадає 23 пухових. Отримані від цих тварин шкурки використовують у натуральному вигляді або імітують під хутро цінних хутрових звірів. Іноді в породі трапляються тварини з ознаками пухових кролів. Білих велетнів використовують для промислового схрещування з іншими породами (сірий велетень, шиншила та ін.). Подальша робота з кролями цієї породи має бути спрямована на підвищення м'ясності, скороспілості та якості (густоти) волосяного покриву [6–9; 12].

Порода кролів срібляста створена методом чистопородного розведення кролів породи шампань. Срібляста порода кролів була затверджена в 1952 р. У сучасних сріблястих кролів велика жива маса, густий волос, підвищені плодючість і молочність, міцна конституція, колір волосяного покриву сріблястий: сірий різних відтінків із металево-білим блиском. Дорослі кролі мають масу 4–5 кг, обхват грудей – 37 см, довжину тулуба – 57 см. Кролематки за окріл народжують вісім-десять кроленят, які відрізняються доброю м'ясистістю і скороспілістю.

Забійний вихід у 90–120 днів становить 57–61%. Забарвлення шкурок рівномірне, сріблясте, як хутро використовують без фарбування. Кроленята народжуються чорними, а сріблястість з'являється у місячному віці й закінчується остаточно формуватися колір волосяного покриву у віці 4–6 місяців. Порода добре пристосована до шедової системи утримання [7; 12].

Кролі породи метелик виведені в Англії у 1887 р. Колір волосу по всьому тулубу кролів білий, симетрично по тілу розміщені чорні плями, які нагадують метелика. Чорний колір мають вуха, волос біля очей та верхня частина хвоста. Оскільки у цих тварин невелика жива маса, їх схрещували з кролями порід білий велетень, фландр, шиншила та віденський голубий для отримання тварин із поліпшеними м'ясними показниками. У сучасних кролів породи метелик жива маса становить 4–5 кг, довжина тулуба – 55–60 см, обхват грудей за лопатками – 35–38 см. Тварини відрізняються міцною конституцією й доброю пристосованістю до умов утримання у клітках. Волосяний покрив у них середньої густоти, блискучий, рівномірний. Шкурки мають гарний строкатий біло-чорний малюнок, використовують виправлене хутро без фарбування. Кролематки народжують 8–10 кроленят за окрол. Самки з добрими материнськими якостями та високою молочністю. Особливо порода метелик набула поширення у кролівників-любителів та селянських домогосподарств [7; 9; 12].

Новозеландська біла порода кролів походить зі США, перші згадки про неї з'являються у 20-х роках минулого століття. Спочатку до цієї породи належали лише червоні кролики, їх отримали в результаті схрещування порід бельгійські велетні та шампань. У подальшому з'явилися білі кролики цієї породи, їх вважають альбіносами. Отримали породу внаслідок схрещування бельгійських велетнів, фландрів та шампань, сріблястих кролів. Учені-селекціонери не припиняли роботу та продовжували вдосконалення породи. Новозеландці мають довжину тіла близько 50 см, живу масу – 5–5,5 кг. Задні лапи великі та сильні, спина м'ясиста. Тулуб новозеландського білого кролика у формі циліндра. М'язи добре розвинені, жиру небагато. Спина пряма, лопатки широкі. У самок може бути прекрасний середній за розмірами підгрудок. Лапи щільні, великі, з білими кігтями. Шия завжди коротка, голова посаджена низько. Мордочка горбоноса. Вушка короткі, щільні, до 10 см. Очі червоного кольору, хоча бувають і блакитними. Новозеландський білий кролик повинен мати ідеальний прикус. Шерсть коротка, щільна, рівномірна, шовковиста, м'яка, чисто біла, підшерстя сріблясте. Допускається також темне окантування на кінчиках вушок і мордочки. Новозеландська порода кролів на територію України потрапила у 1970 р. та користується великою популярністю завдяки невибагливості й простоті у догляді, а також отриманню продукції відмінної якості: ніжне, соковите м'ясо та ідеально гладке хутро білого кольору [5; 7; 12].

Каліфорнійська порода кролів виведена у США методом складного відтворного схрещування з використанням порід кролів шиншила, горностаєва і новозеландська біла. Каліфорнійці від шиншили успадкували добрі м'ясні якості, від горностаєвих – добру якість волосяного покриву, від новозеландських білих – високу енергію росту в молодому віці. Молодняк каліфорнійської породи кролів інтенсивно росте: досягає живої маси 1,8 кг у 2-місячному віці, а 3 кг – у 3-місячному, забійний вихід – 56–60%. Від однієї кролематки за рік можна отримати 35–50 кроленят. У тварин цієї породи добре опушені кінцівки, тому вони пристосовані до утримання на сітчастій підлозі. Волосяний покрив у них білий, але кінцівки, вуха, кінчик морди й хвіст темні або чорні [6–8].

Усі породи кролів, що вирощують у господарствах країни, спрямовані на одержання товарної продукції: м'яса, хутра та шкурок. Тому ведеться селекція у племінному ядрі з метою виробництва достатньої кількості ремонтного молодняку, який забезпечить підтримання високої продуктивності стада і виробництва товарної продукції високої якості. Поряд із чистопородним розведенням широко використовується промислове схрещування, ведеться спрощений зоотехнічний облік. Комплектування поголів'я самців та самок проводиться з племінних репродукторів із-за кордону. Племінний молодняк кролів завозять рідше, він повинен бути невибагливим, з якісною шкуркою і великою живою масою.

Селекцію у господарствах з вирощування кролів проводять для збільшення живої маси кролів за реалізації до 5–6 кг і поліпшення якості волосяного покриву. Основним завданням селекції кролів є поліпшення породних і племінних якостей кролів на основі вибору правильних методів розведення, цілеспрямованого відбору і підбору, удосконалення умов вирощування молодняку, годівлі, догляду, утримання й використання кролів.

Головними перевагами кролівництва є економія площ та відсутність капітальних приміщень для вирощування поголів'я кролів, а також їхня спокійна, тиха поведінка (безшумні тварини). Стан здоров'я, м'ясність і якість шкурок кролів суттєво залежать від системи утримання кролів. У сучасному кролівництві застосовуються системи утримання кролів у клітках – на вулиці, рідше у шедях і в приміщеннях – крільчатниках.

В Україні і за кордоном найбільшого поширення набуло кліткове утримання кролів із частковим або повним процесом механізації (годовля та напування, видалення фекаліїв). За кліткового утримання кролів забезпечується найбільш раціональна організація робіт із догляду та розмноження [4; 8; 9; 12].

Кліткове утримання кролів дає можливість здійснювати і контролювати всі процеси та ефективно проводити ветеринарно-профілактичні заходи. Спрощуються проведення бонітування, планове парування, індивідуальний добір та індивідуальна годівля кролів, вчасна ізоляція хворих тварин та інші роботи, які дають змогу утримувати поголів'я у доброму стані. Окрім того, утримання кролів у клітках забезпечує одержання від них високоякісної шкуркової продукції та тушки доброї вгодованості.

За зовнішньокліткового утримання кролі цілорічно перебувають у клітках, які розміщені на відкритому повітрі у захищених від негоди місцях. Дорослі кролі утримуються в індивідуальних, а молодняк – у групових

клітках різних конструкцій. Зовнішньокліткове утримання кролів – це найпростіший варіант кліткової системи. Найчастіше використовують одноярусні клітки для утримання кролів на відкритому повітрі. Відомо багато видів кліток для утримання кролів, проте основна їхня мета – створити максимально комфортні умови для життєдіяльності організму. Клітки для кролів доцільно встановлювати на стовпчики заввишки 0,7–0,8 м.

Популярна конструкція клітки для кролів передбачає наявність кормового та маточного відділень (рис. 1, 2) та простір, де тваринка знаходиться постійно, – власне, простір комірки клітки. Дах клітки виготовляють із суцільного матеріалу (дерев'яне обшивання з покрівлею). Задня й бічна стінки клітки зашиваються дошками в шпунт або у чверть. Підлога гніздового відділення із суцільних дошок, а решта підлоги решітчаста або з планок. У кормовому відділенні бічні стінки з металевої сітки з вічком 20х20 мм або пластмасових планок, що віддалені одна від іншої на відстані 16 мм, також розміщується годівниця для концентрованих кормів та напувалки. Кормове і гніздове відділення розділені перегородкою з лазом розміром 170х200 мм на висоті 100–150 мм від підлоги. Передня стінка клітки обладнується двома дверцятами: у гніздовому відділенні тесаними дверцятами висотою 440 мм і шириною 350 мм, а в кормовому – сітчастими з вічком не більше 35х35 мм, висотою 300 мм і шириною 600 мм. Кормові відділення у клітках для кролів здебільшого стаціонарні, а гніздові можуть бути як постійні, так і вставні, причіпні – дерев'яні гнізда довжиною 450 мм, шириною 300 мм і висотою 180–200 мм.

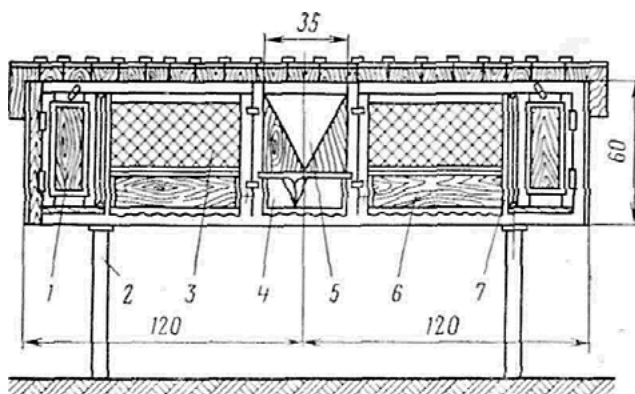


Рис. 1. Одноярусна двомісна клітка для дорослих кролів:

- 1 – дверцята в гніздове відділення; 2 – стовп-підпора; 3 – дверцята у основне відділення, сітчасте; 4 – напувалка;
5 – годівниця для сіна; 6 – годівниця для концентрованих кормів; 7 – гніздове відділення

Важливим показником благополуччя за кліткового утримання кролів є матеріал, із якого виготовили підлогу, найкраще – дерев'яна підлога решітчаста або з планок для основного стада. Для кролів на відгодівлі можна використовувати металеву решітчасту підлогу зі спеціальним полімерним покриттям, що запобігає травмуванню лап кролів [1; 2; 7; 8; 11].

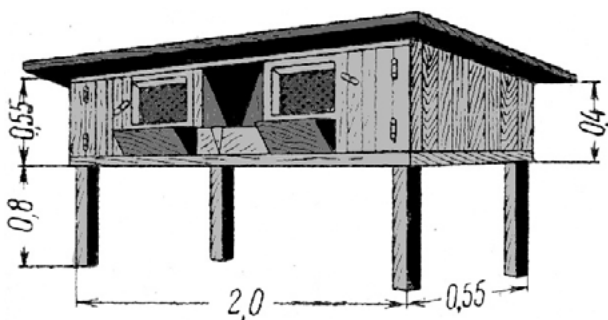


Рис. 2. Двомісна клітка для дорослих кролів із гніздовими відділеннями

Під час вирощування кролів важливим складником системи утримання є технологічні заходи максимального збереження молодняку. Одним із головних етапів у житті кроленят є період відлучення, переведення молодняку з молочного на рослинний корм і в нові умови утримання. Усе це викликає стресові ситуації, і в організмі кролів можуть виникати порушення процесів життєдіяльності, що вимагає від кролівника великої уваги та турботи з використанням різних засобів для зняття стресу (випоювання вітамінів або згодовування смаколиків).

Кроленят відлучають у різні строки: за звичайних окролів відсаджують кроленят від самки на 45-й день, за ущільнених – коли підсисний період збігається із сукрільністю самки – відлучають у 28–29-денному віці.

Найкраще у період відлучення кроленят здійснювати розподіл за статтю і в подальшому вирощувати нарізно молодняк самців та самок. Тварини почувають себе спокійніше (менше бійок) і краще ростуть, розвиваються та відгодовуються, шкурки кращої якості.

Молодняк кролів найкраще утримувати групами за статтю у спеціальних клітках із вольєрами (рис. 3). Вольєрний відділ клітки для кролів може бути без даху, якщо клітки розміщують під навісом, або з дахом, якщо клітки розміщують просто неба без будь-якого захисту. Кролів потрібно захистити від опадів та сонця. У клітках із вольєрами кролі мають більше простору для рухливості, що позитивно впливає на імунну систему в цілому та сприяє формуванню майбутньої відтворної здатності самців та самок. Такі клітки обладнують годівницями для сіна, концентрованих кормів та напувалками з таким розрахунком, щоб кролі на відгодівлі мали вільний і постійний доступ до корму й води, а процес роздавання кормів та чищення кліток максимально простий і зручний. Відгодівельні клітки для кролів із вольєрами розраховують на 10–15 голів.

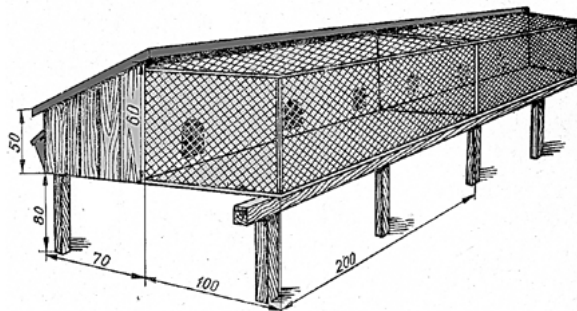


Рис. 3. Клітка з вольєром для групового утримання кролів

У разі проживання особин у сприятливих умовах кролики швидко набирають масу тіла та дають регулярний приплід. Самок рекомендується покривати не раніше 5 місяців, хоча репродуктивний вік у них настає у 4,5 місяці. Самку, що залишають для розмноження стада, потрібно запліднити між 10 і 20-м днями після окролу, інакше тварина почне сильно набирати вагу. Перед розмноженням варто зробити кролям усі необхідні щеплення, щоб не допустити розвитку захворювань, у раціон за 2–4 тижні починають вводити премікси. Самки в одному окролі дають 8–12 кроленят, але найчастіше 10 голів. Молодняк кролів швидко росте і розвивається: у 2 місяці досягає живої маси 1,8–2,2 кг, у 3 місяці – 3,3 кг.

Для повноцінного зростання кролів потрібно використовувати збалансований раціон (табл. 1). Повноцінна годівля поголів'я кролів забезпечить високу якість продукції: м'ясо ніжне і соковите, з помірним відсотком жиру, при цьому не буде специфічного запаху кролятини.

Таблиця 1. Раціони кроленят за комбінованого типу годівлі, грамів

Кроленята	У віці 45–60 днів		У віці 61–90 днів		У віці 90–120 днів		У віці 121–150 днів	
	літній	зимовий	літній	зимовий	літній	зимовий	літній	зимовий
Кількість кормових одиниць, г	125	125	175	175	225	225	235	235
Перетравного протеїну на 100 г корм. од., г	16–18	16–18	16–17	16–17	16–17	16–17	16–17	16–17
Зернові	25	25	50	50	60	60	60	60
Висівки пшеничні	20	20	20	20	25	25	25	25
Макуха	15	15	20	20	20	20	20	20
Шрот	15	15	15	15	20	20	20	20
Дріжджі кормові	5	5	5	5	5	5	5	5
Борошно м'ясо-кісткове	2	2	5	5	15	15	15	15
Сіно лучне		55		80		100		110
Сіно бобове		45		65		80		90
Коренеплоди		150		210		270		270
Зелені корми	220		305		390		400	
Сіль кухонна	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1
Премікс	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2

Згодовувати кролям можна лише свіжі корми з достатнім умістом корисних речовин та вітамінів. У літньому раціоні повинні бути різні види трав і свіжа зелень: подорожник, кульбаба, конюшина тощо (табл. 2). Зимовий раціон для кролів повинен містити зернові корми високої якості, сіно доброякісне, хвойне гілля та різноманітні коренеплоди. Кролі мають природну потребу сточування зубів, тому до клітки обов'язково поміщають деревний брусок круглої форми і соляний камінь [2; 3; 6; 7; 9; 10; 12].

Для годівлі кролів використовують лише корми доброї якості без ознак псування (плісняви, цвілі та гниття), обмороження та сильного забруднення землею коренеплодів. Для годівлі кролів незалежно від методу утримання і типу кліток використовують грубі корми, концентрати, коренеплоди, премікси й білково-мінеральні добавки

та гранульовані комбікорми. Орієнтовні витрати кормів на 1 кг живої маси м'ясних порід кролів – 6–6,5 кг та м'ясо-шкуркових порід кролів – 8–9,5 кг.

Слід зазначити, що як і у будь-якій галузі тваринництва, розосередження поголів'я невеликими групами не може забезпечити оптимальних економічно-господарських показників (табл. 3).

Таблиця 3. Економічні показники органічного кролівництва

Поголів'я кролематок	Рентабельність, %	Термін окупності, років
10	3–5	8–10
20	15	5–6
30	35	3–4
100	80...85	2–3

Основними недоліками кролівництва є швидкість розповсюдження інфекції та висока летальність поголів'я, тому сучасне кролівництво потребує чіткого графіку вакцинації поголів'я незалежно від кількості тварин, методів утримання й догляду. Профілактичні щеплення дають змогу продовжити життя кроликам і запобігти ризику зараження небезпечними захворюваннями.

Висновки. Одним із додаткових сегментів ринку м'ясної продукції є крільчатина, яка забезпечує населення країни дієтичним м'ясом та додатково хутром. Рентабельність органічного кролівництва зумовлюється інтенсивністю росту кролів, швидкістю зміни покоління та продукцією високої якості, яку одержують за сприятливих умов утримання кролів та невеликих капіталовкладень на обладнання та клітки за істотної економії матеріальних ресурсів. Використання досконалих систем утримання, збалансованого раціону і якісних кормів для кролів дає змогу значно зменшити капітальні й експлуатаційні витрати у кролегосподарстві, за налагодженої логістики отримувати стабільний прибуток.

Перспективи досліджень. Вивчення особливостей вирощування, годівлі та догляду за кролицями і молодняком кролів за зовнішньокліткового утримання для підвищення життєздатності кроленят та молочності кролиць.

Список використаних джерел

1. Борщ М. С. Довідник з гігієни сільськогосподарських тварин. Київ : Урожай, 1991. 228 с.
2. Інструкція з ведення племінного обліку в звірівництві і кролівництві. Київ : Бланк-Сервіс, 2003. 53 с.
3. Кролики новозеландської породи: особливості утримання і розведення. URL: <https://mir-chasov.ks.ua/krolik-novozelandskij-osoblivosti-porodi-utrimannya-ta-rozvedennya/>
4. Куров Ю. А. Проектування і будівництво кролівницьких ферм. Київ : Будівельник, 1982. 44 с.
5. Мінеральне живлення тварин : навчальний посібник / Г. Т. Кліщенко та ін. Київ : Світ, 2001. 424 с.
6. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин : підручник / І. І. Ібатуллин та ін. Київ, 2000. С. 296–310.
7. Технологія виробництва продукції кролівництва і звірівництва : підручник / В. І. Бала та ін. Вінниця : Нова Книга, 2009. 272 с.
8. Трояновський М. М. Практикум з кролівництва : навчальний посібник. Кам'янець-Подільський : ПП Мошак М. І., 2005. 152 с.
9. Хазін В. Й. Будівлі та споруди агропромислового комплексу. Київ : Урожай, 1998. 168 с.
10. Chudley, R. Building Construction Handbook / R. Chudley, R. Greeno. Eighth Edition – Elsevier Ltd., 2010. 828 p.
11. Jeffrey, L. Jordan. Land And Power. A collection of essays from the 2007 Environmental Thought Conference. 2007. 97 p.

Pustova N. V.

Associate Professor,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: pustovanatasha@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3184-6378

Pustova Z. V.

Associate Professor,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: pustovazoua@ukr.net
ORCID: 0000-0003-3511-5054

Różalska S.

Associate Professor,
Department of Department of Industrial Microbiology and Biotechnology,
Faculty of Biology and Environmental Protection
Lodz, Poland
E-mail: sylwia.rozalska@biol.uni.lodz.pl
ORCID: 0000-0003-1695-5154

THE ORGANIC RABBIT BREEDING IS IN THE CONDITIONS OF PRIVATE ECONOMIES

Abstract

Crawls from between other types of agricultural animals most fruitful, that at the favorable terms of ménage and logistic of products it is possible to attain a kind income. Methodology of researches envisaged the study of features of fur skin and meat breeds of crawls and productive internal's at the organic growing. The bases of growing and supervision in the conditions of are private economies, at cages and enclosure-cellular maintenance.

Crawls easily acclimatize in any climatic zone of Ukraine and they are conducted everywhere due to it. In individual peasant economies concentrated near the 98 % population of crawls. For today optimal directions of development of industry of the rabbit breeding are: creation of individual and farmer economies. Most distribution in our country was got by the breeds of crawls: grey and white giants, butterfly, silvery, dark-brown, Zelianian white, California rabbits.

All breeds of crawls that grow in economies countries sent to the receipt of commodity products: meat, fur and hides. Main advantage of the rabbit breeding are an economy of areas and absence of capital apartments for growing of population of crawls, and also them quiet, quiet behavior is noiseless animals. The state of health, meat and quality of hides of crawls, substantially depend on the system of maintenance of crawls. For the valuable increase of crawls it is needed to use a balanceration. The valuable feeding of population of crawls provides high quality of products: meat tender and juicy, with the moderate percent of fat. For feeding of crawls forage of kind quality use only without the signs of spoilage, frost-bite and strong contamination by earth of root crops. For feeding of crawls will use rough forage, concentrates, root crops, premix and albumin-mineral additions and granular mixed fodders. Reference charges of forage on 1 kg of living mass of meat breeds of crawls 6–6,5 kg and fur skin and meat breeds of crawls 8–9,5 kg.

Profitability of the organic rabbit breeding is stipulated by application of the perfect systems of maintenance, balanced ration and quality forage that allows considerably decreasing capital and operating charges in a rabbit-farm, and also adjusted logistic of products of the rabbit breeding.

Key words: crawls, breeds, maintenances, feeding, cages.

References

1. Borshch, M. S. (1991). Dovidnyk z hihiyeny sil's'kohospodars'kykh tvaryn [*Handbook on the hygiene of farm animals*]. Kyiv: Urozhay [in Ukrainian].
2. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya pidpryyemstva zvirivnytstva ta krolivnytstva VNTP-APK-05.07 [*Departmental norms of technological design of animal husbandry and rabbit breeding enterprise VNTP-AIK-05.07*]. (2007). Kyiv: Ministerstvo ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy. Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=67808 [in Ukrainian].
3. Dovidnyk likarya veterynarnoyi medytsyny [*Handbook of a doctor of veterinary medicine*]. (2006). (n.d.) *medu.pp.ua* Retrieved from http://medu.pp.ua/veterinariya_727/kormlenie-krolikov-pushnyih-zvereynutriy-norok.html [in Ukrainian].
4. Instruktsiya z vedennya plemynnoho obliku v zvirivnytstvi i krolivnytstvi [*Instructions for keeping pedigree records in animal husbandry and rabbit breeding*]. (2003). Kyiv: Ministerstvo ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0934-03#Text> [in Ukrainian].
5. Krolyky novozelands'koyi porody: osoblyvosti utrymannya i rozvedennya [*Rabbits of the New Zealand breed: peculiarities of maintenance and breeding*]. (n.d.) *mir-chasov.ks.ua*. Retrieved from <https://mir-chasov.ks.ua/krolik-novozelandskij-osoblivosti-porodi-utrimannya-ta-rozvedennya/> [in Ukrainian].
6. Ibatullin, I. I., Mel'nyk, Yu. F., Otchenashko, V. V., Sychov, M. Yu., Kryvenok M. Ya., Chyhryn A. I., et. al. (2014). *Praktykum z hodivli sil's'kohospodars'kykh tvaryn: navchal'nyy posibnyk [Workshop on feeding farm animals]*. Kyiv: NUBIP. Retrieved from <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/%D0%86%D0%B1%D0%B0%D1%82%D1%83%D0%BB%D1%96%D0%BD.pdf> [in Ukrainian].
7. Bala, V. I., Donchenko, T. A., Bezpalyy, I. F., Kravchenko, A. A. (2009). *Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi krolivnytstva i zvirivnytstva [Production technology of rabbit breeding and animal husbandry]*. Vinnytsya: Nova Knyha [in Ukrainian].
8. Busenko, O. T., Skotsyk, V. Ye., Matsenko, M. I., Brovars'kyy, V. D., Uhnivenko, A.M., Stolyuk, V.D., et. al. (2013). *Tekhnolohiya vyrobnytstva produktsiyi tvarynnytstva. Pidruchnyk [Production technology of animal husbandry products]*. Kyiv: Ahrosvita [in Ukrainian].
9. Troyanovs'kyy, M. M. (2005). *Praktykum z krolivnytstva [Workshop on rabbit breeding]*. Kam'yanets'-Podil's'kyy: PP Moshak M.I. [in Ukrainian].
10. Fedoruk, R. S., & Lesyk, Ya. V. (2009). *Osoblyvosti zhyvlennya kroliv za suchasnykh metodiv vedennya krolivnytstva [Features of feeding rabbits according to modern methods of rabbit breeding]*. L'viv: Instytut biolohiyi tvaryn. Retrieved from <http://archive.inenbiol.com.ua:8080/bt/2009/1/8.pdf> [in Ukrainian].
11. Chudley, R., & Greeno, R. (2010). *Building Construction Handbook*. Eighth Edition – Elsevier Ltd. Retrieved from https://www.google.com.ua/books/edition/Building_Construction_Handbook/ksEJ7hfTdQ8C?hl=ru&gbpv=1&dq=inauthor:%22R.+Chudley%22&printsec=frontcover [in English].
12. David, G. Smith, Michael, P. & Schenk, A. (2019). *Dissection Guide & Atlas to the Rabbit*. Morton Publishing Company. Retrieved from https://www.google.com.ua/books/edition/A_Dissection_Guide_Atlas_to_the_Rabbit/7ZOFDwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=1&dq=rabbit&printsec=frontcover [in English].

УДК 633.11:631.5(292.485)(477)

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: 0000-0002-0618-4483

Шейко Д. В.

*аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»*

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: sheikodv16@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0618-4483

ЕЛЕМЕНТИ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЯК ЗАСІБ ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Анотація

У сучасних системах ведення землеробства використання значної кількості хімічних препаратів призвело до появи деградованих агроценозів, погіршення якості виробленої продукції, тому впровадження у технології вирощування біологічних препаратів може частково знизити хімічне навантаження на поля, підвищити врожайність, поліпшити якість продукції та у цілому сприяти покращенню екологічного стану довкілля. Метою наших досліджень була оцінка якісних показників зерна сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. У статті наведено результати польових та лабораторних досліджень впливу біологічно активних препаратів Триходермін, Агат 25 К та ПМК-3Р за різних способів їх застосування (обробка насіння, обприскування посівів, обробка насіння + обприскування посівів) на масу 1 000 зерен, міст білка та сирової клейковини в зерні різних сортів пшениці озимої за вирощування в умовах Західного Лісостепу. За результатами трирічних досліджень виявлено більш адаптовані до умов зони вирощування та більш продуктивні сорти пшениці озимої. Установлено більш ефективний спосіб застосування біологічно активного препарату в розрізі сортів та математично підтверджено їхній вплив на показники якості зерна. Визначено, що досліджувані препарати та способи обробки вплинули на масу 1 000 зерен із перевищенням контролів на 0,1–2,0 г. Найбільш ваговитим зерном характеризувався сорт пшениці озимої Кубус: на контрольних варіантах показник маси 1 000 зерен у середньому за роки досліджень становив 45,3 г. Проте реакцію на біопрепарати краще виявив сорт Здобна: обробка насіння біопрепаратом Триходермін сприяла підвищенню показника на 1–1,5 г, а обприскування вегетуючих рослин та дворазова обробка (насіння + посів) – на 1,8–2,0 г, тоді як на сортах Аріївка та Кубус показник підвищився відповідно на 0,7 та 0,5–1,0 г. Установлено, що досліджувані сорти пшениці характеризувалися різним умістом білка, на контролях показник становив у розрізі сортів: Аріївка – 13,1%, Здобна – 13,5 та Кубус – 11,0%. Найбільший ефект від застосування біопрепаратів був у сорту Аріївка на варіанті обприскування посівів та дворазової обробки (насіння + посів), показник становив 13,8–14,0%, тобто з перевищенням контролю на 0,7–0,9%.

Результатами аналізів доведено, що максимальний уміст сирової клейковини був у сорту Здобна, а найменший – у сорту Кубус. Сорт пшениці озимої Аріївка щодо впливу біологічних препаратів на вміст клейковини виявився найбільш пластичним, оскільки перевищення контролів становило 0,4–1,5%.

Ключові слова: пшениця озима, сорт, біологічний препарат, спосіб обробки, маса 1 000 зерен, уміст білку, уміст клейковини.

Вступ. Ключовим завданням сільськогосподарського комплексу є ефективне збільшення якісної продукції рослинництва. Основна сільськогосподарська культура України, що є стратегічно важливою, – пшениця м'яка озима. Вона займає до 6,5 млн га посівних площ, що становить понад 40% загальної площі зернових [1–3]. Зерно пшениці є основним продуктом харчування у 43 країнах світу.

За правильного співвідношення всіх чинників, які забезпечують оптимальні умови для росту та розвитку рослин, як правило, формується високий урожай зерна пшениці озимої [4]. За показниками врожайності можна проводити оцінку результативності окремих агротехнічних заходів та їх комплексного впливу [5]. Значна роль у формуванні врожайності даної культури належить сорту. Саме вплив сорту пшениці м'якої озимої на її продуктивність може досягати 50% [6]. Важливу роль у підвищенні продуктивності відіграють сучасні біопрепарати, регулятори росту, які включають у себе комплекс біологічно активних речовин, що посилюють метаболічні процеси в організмах рослин, сприяють підвищенню їхньої стійкості до несприятливих погодних умов [7]. Останнім часом більшість розвинутих країн приділяє особливу увагу активному застосуванню регуляторів росту

і біопрепаратів для обробки насіння. Цей факт сприяв створенню нового покоління стимулюючих препаратів, які характеризуються вищою ефективністю [8–10].

На продуктивність пшениці озимої вагомий вплив мають процеси, які відбуваються на початковому розвитку рослин. Саме тому необхідно проводити передпосівну обробку насіння з метою забезпечення високої схожості, яка є запорукою майбутнього врожаю [8–10].

Використання регуляторів росту і біопрепаратів ефективно впливає на ріст рослин пшениці озимої, а також сприяє кращому розвитку кореневої системи, збільшує посухостійкість, зимостійкість та стійкість до шкідників і хвороб [11; 12].

С.М. Каленська та О.Ю. Гордина також звертають увагу на закономірності розвитку пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від передпосівної обробки насіння. Автори зазначають про ефективність застосування захисно-стимулювальних препаратів під час передпосівної обробки насіння пшениці м'якої озимої. Використання таких препаратів, як Різемакс, Планориз, Триходермін, Бінок зерно та Урожай Старт, під час проведення досліджень сприяло не лише формуванню більшої площі листової поверхні рослин, а й підвищувало врожайність зерна та поліпшувало його якісні характеристики [13].

Отже, сьогодні слід активно включати в технології вирощування різних с.-г. культур, у тому числі пшениці озимої, біологічні препарати з метою поліпшення екологічного стану довкілля, підвищення врожайності і покращення якості вирощеної продукції та значного зменшення застосування хімічних препаратів.

Мета роботи. Метою наших досліджень була оцінка якісних показників зерна сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. Дослідження включали вивчення впливу біологічно активних препаратів Триходермін, Агат 25 К та ПМК-ЗР за різних способів їх застосування (обробка насіння, обприскування посівів, обробка насіння + обприскування посівів) на трьох сортах пшениці озимої: Арївка, Здобна, Кубус.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час упровадження будь-яких елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі пшениці озимої, велике значення має не лише підвищення врожайності, але й поліпшення якості вирощеного врожаю. Насамперед, це велика різниця у реалізаційній ціні зерна високої і низької якості. Ураховуються як технологічні показники якості зерна, так і його хімічний склад. Науковці доводять, що якість залежить від багатьох чинників, як біологічних (погодно-кліматичні умови, особливості сорту), так і технологічних (строки і способи сівби, норми висіву, застосування добрив та різного виду препаратів біологічного та хімічного походження для запобігання ураженню шкочинними об'єктами і т. п.).

Такий технологічний показник, як маса 1 000 зерен, є одним із показників формування індивідуальної продуктивності рослин. Окрім того, у більш ваговитому зерні кращий хімічний склад.

Нами визначено масу 1 000 зерен сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біопрепаратів. Так, різниця у межах 0,5–1,2 г була на контрольних варіантах залежно від сорту (табл. 1).

Таблиця 1. Маса 1 000 зерен сортів пшениці озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів, г (середнє за 2019–2022 рр.)

Препарат (В)	Спосіб обробки (С)	Сорт (А)					
		Арївка		Здобна		Кубус	
		фактично	± до контролю	фактично	± до контролю	фактично	± до контролю
Триходермін	Контроль (вода)	44,1	–	44,6	–	45,3	–
	обробка насіння	44,8	0,7	46,1	1,5	46,0	0,7
	обприскування посіву	44,2	0,1	45,0	0,4	45,6	0,3
	обробка насіння + обприскування посіву	44,3	0,2	45,1	0,5	45,7	0,1
Агат 25 К	контроль (вода)	44,1	–	44,6	–	45,3	–
	обробка насіння	44,3	0,2	44,9	0,3	45,6	0,3
	обприскування посіву	44,9	0,8	46,3	1,8	46,1	0,5
	обробка насіння + обприскування посіву	44,9	0,8	46,4	1,9	46,2	0,6
ПМК-ЗР	контроль (вода)	44,1	–	44,6	–	45,3	–
	обробка насіння	44,4	0,3	44,7	0,1	45,7	0,4
	обприскування посіву	44,9	0,8	46,5	1,9	46,1	0,8
	обробка насіння + обприскування посіву	45,0	0,9	46,6	2,0	46,3	1,0
НІР ₀₅	А – 0,09; В – 0,09; С – 0,10; АВ – 0,15; АС – 0,17; ВС – 0,17; АВС – 0,30						

Найбільш ваговитим зерном характеризувався сорт пшениці озимої Кубус: на контрольних варіантах показник маси 1 000 зерен у середньому за роки досліджень становив 45,3 г. Проте реакцію на біопрепарати краще виявив сорт Здобна: обробка насіння біопрепаратом Триходермін сприяла підвищенню показника на 11,5 г, а обприскування вегетуючих рослин та дворазова обробка (насіння + посів) – на 1,8–2,0 г, тоді як на сортах Арїївка та Кубус показник підвищився відповідно на 0,7 та 0,5–1,0 г.

Досліджувані сорти пшениці характеризувалися різним умістом білка, на контролях показник становив у розрізі сортів: Арїївка – 13,1%, Здобна – 13,5% та Кубус – 11,0% (табл. 2).

Таблиця 2. Уміст білка в зерні сортів пшениці озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів, % (середнє за 2019–2022 рр.)

Препарат (В)	Спосіб обробки (С)	Сорт (А)					
		Арїївка		Здобна		Кубус	
		фактично	± до контролю	фактично	± до контролю	фактично	± до контролю
Триходермін	контроль (вода)	13,1	–	13,5	–	11,0	–
	обробка насіння	13,7	0,6	13,8	0,3	11,3	0,3
	обприскування посіву	13,3	0,4	13,6	0,1	11,2	0,2
	обробка насіння + обприскування посіву	13,6	0,5	13,7	0,2	11,2	0,2
Агат 25 К	контроль (вода)	13,1	–	13,5	–	11,0	–
	обробка насіння	13,5	0,4	13,5	–	11,2	0,2
	обприскування посіву	13,8	0,7	13,6	0,1	11,4	0,4
	обробка насіння + обприскування посіву	13,9	0,8	13,7	0,2	11,5	0,5
ПМК–ЗР	контроль (вода)	13,1	–	13,5	–	11,5	–
	обробка насіння	13,6	0,5	13,6	0,1	11,3	0,3
	обприскування посіву	13,9	0,8	13,7	0,2	11,4	0,4
	обробка насіння + обприскування посіву	14,0	0,9	13,8	0,3	11,5	0,5
НІР ₀₅	А – 0,08; В – 0,08; С – 0,09; АВ – 0,14; АС – 0,16; ВС – 0,16; АВС – 0,27						

Таблиця 3. Уміст клейковини в зерні сортів пшениці озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів, % (середнє за 2019–2022 рр.)

Препарат (В)	Спосіб обробки (С)	Сорт (А)					
		Арїївка		Здобна		Кубус	
		фактично	± до контролю	фактично	± до контролю	фактично	± до контролю
Триходермін	контроль (вода)	26,9	–	28,0	–	26,2	–
	обробка насіння	28,1	1,2	28,6	0,6	27,1	0,9
	обприскування посіву	27,3	0,4	28,3	0,3	26,3	0,1
	обробка насіння + обприскування посіву	27,3	0,4	28,5	0,5	26,4	0,2
Агат 25 К	контроль (вода)	26,9	–	28,0	–	26,2	–
	обробка насіння	27,3	0,4	28,3	0,3	26,6	0,4
	обприскування посіву	28,2	1,3	28,7	0,7	27,3	1,1
	обробка насіння + обприскування посіву	28,4	1,5	29,0	1,0	27,3	1,1
ПМК–ЗР	контроль (вода)	26,9	–	28,0	–	26,2	–
	обробка насіння	27,5	0,6	28,3	0,3	26,5	0,3
	обприскування посіву	28,0	1,1	28,8	0,8	27,1	0,9
	обробка насіння + обприскування посіву	28,1	1,2	29,0	1,0	27,2	1,0
НІР ₀₅	А – 0,07; В – 0,07; С – 0,09; АВ – 0,13; АС – 0,15; ВС – 0,15; АВС – 0,26						

Застосування біологічних препаратів сприяло деякому підвищенню вмісту білка, а саме – на 0,2–0,8%. Найбільший ефект від застосування біопрепаратів був у сорту Аріївка на варіанті обприскування посівів та дворазової обробки (насіння + посів), показник становив 13,8–14,0%, тобто з перевищенням контролів на 0,7–0,9%.

Науковці стверджують, що якість зерна значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей сорту і технології вирощування. Для нагромадження білка в зерні і формування цінних хлібопекарських властивостей бажаними є менша кількість опадів, вища температура повітря та ясні сонячні дні у період від колосіння до воскової фази стиглості. В Україні є всі можливості одержувати зерно високої якості з умістом білка 12–15%, тобто першого, другого і, в несприятливі роки, третього класів. Упровадження інтенсивних і ресурсоощадних технологій дає можливість значно поліпшити якість зерна. Уміст білка і клейковини визначає якість пшениці, саме ці показники є вирішальними під час визначення класу, а тому й вартості зерна.

Високий уміст масової частки сирої клейковини в зерні характеризує хлібопекарські властивості борошна, отриманого із зерна пшениці. Важливою характеристикою клейковини вважається багатий склад, що містить амінокислоти, вітаміни А, В, Е, фосфор, кальцій та ін. За вид і хлібопекарські властивості хлібобулочних виробів відповідає якість та кількість клейковини. Уміст сирої клейковини в зерні пшениці коливається від 14% до 58%, сухої – від 5% до 28%.

Нами визначено вміст сирої клейковини в зерні пшениці, який коливався у межах 26,2–28,0% (табл. 3).

Максимальний показник був у сорту Здобна, а найменший – у сорту Кубус. Сорт пшениці озимої Аріївка щодо впливу біологічних препаратів на вміст клейковини виявився найбільш пластичним, оскільки перевищення контролів становило 0,4–1,5%.

Висновки. Під час визначення впливу біологічних препаратів на показники якості зерна пшениці озимої встановлено, що найбільш ваговитим зерном характеризувався сорт пшениці озимої Кубус: на контрольних варіантах показник маси 1 000 зерен у середньому за роки досліджень становив 45,3 г. Проте реакцію на біопрепарати краще виявив сорт Здобна: обробка насіння біопрепаратом Триходермін сприяла підвищенню показника на 11,5 г, а обприскування вегетуючих рослин та дворазова обробка (насіння + посів) – на 1,8–2,0 г, тоді як на сортах Аріївка та Кубус показник підвищився відповідно на 0,7 та 0,5–1,0 г.

Застосування біологічних препаратів сприяло деякому підвищенню вмісту білка, а саме – на 0,2–0,8%. Найбільший ефект від застосування біопрепаратів був у сорту Аріївка: на варіанті обприскування посівів та дворазової обробки (насіння + посів) показник становив 13,8–14,0%, тобто з перевищенням контролів на 0,7–0,9%.

Максимальний уміст сирої клейковини був у сорту Здобна, а найменший – у сорту Кубус. Сорт пшениці озимої Аріївка щодо впливу біологічних препаратів на вміст клейковини виявився найбільш пластичним, оскільки перевищення контролів становило 0,4–1,5%.

Список використаних джерел

1. Бараболя О.В. Вплив попередників на урожайність та якість зерна сортів пшениці м'якої озимої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2001. Вип. 76. С. 102–106.
2. Липчук В., Малаховський Д. Структурні зміни у зерновиробництві: регіональний аспект. *Аграрна економіка*. 2016. Т. 9. № 3–4. С. 53–60.
3. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій. Вінниця : ФОП Рогальська І.О., 2012. 370 с.
4. Коваленко А.М., Кіріак Ю.П. Урожайність та якість насіння різних сортів пшениці озимої залежно від агроприйомів вирощування за умов зміни клімату. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_23.
5. Ярчук І.І. Вплив гідротермічних і агротехнічних факторів на урожайність озимої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2001. Вип. 18. С. 52–57.
6. Коломієць Л.А. Формування адаптивних ознак міжсортівими гібридами озимої пшениці (*Triticum Aesticum* L.). *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 6. С. 26–34.
7. Базалій В.В., Домарацький С.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 82. С. 11–18.
8. Герман М.М. Поліпшення посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від передпосівної обробки насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 54–57.
9. Анішин Л., Анішин С. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці. *Новини захисту рослин*. 1999. № 7–8. С. 29–30.
10. Базалій В.В., Малигін Б.В., Дудяєва О.А. Магнітно-імпульсна обробка насіння як метод підвищення врожайності зернових культур. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 76. С. 3–10.
11. Пономаренко С.П. Регулятори росту. Екологічні аспекти застосування. *Захист рослин*. 1999. № 12. 15 с.
12. Шевченко А.О., Анішин Л.А. Резерв пшеничної ниви. Біостимулятори росту нового покоління. *Захист рослин*. 1997. № 10. 21 с.
13. Каленська С.М., Гордіна О.Ю. Закономірності розвитку пшениці озимої у весняно-літній період вегетації залежно від передпосівної обробки насіння. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10. № 3. URL: <https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270488>.

Khomina V. Y.

*Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production
Higher educational institution «Podilskyi State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: homina13@ukr.net
ORCID: 0000-0002-8698-0008*

Sheiko D.V.

*Postgraduate Student of the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production
Higher educational institution «Podilskyi State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: sheikodv16@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3409-6840*

**ELEMENTS OF BIOLOGIZATION AS A MEANS OF IMPROVING
THE TECHNOLOGICAL INDICATORS AND QUALITY COMPOSITION
OF WINTER WHEAT GRAIN IN THE WESTERN FOREST-STEPPE**

Abstract

In modern farming systems, the use of a significant amount of chemicals has led to the emergence of degraded agrocenoses, deterioration of the quality of grown products, so the introduction of biological products in cultivation technologies can partially reduce the chemical load on the fields, increase yields, improve product quality and generally contribute to the improvement of the ecological state of the environment. The aim of our research was to evaluate the quality characteristics of winter wheat varieties depending on the methods of using biologically active preparations in the Western Forest-Steppe. The article presents the results of field and laboratory studies of the effect of biologically active preparations: Trichodermin, Agate 25 K and PMK-ZR under different methods of their application (seed treatment, spraying of crops, seed treatment + spraying of crops) on the weight of 1000 grains, protein and crude gluten content in the grain of different varieties of winter wheat when grown in the Western Forest-Steppe. According to the results of three years of research, more adapted to the conditions of the growing zone and more productive varieties of winter wheat were identified. A more effective way of using biologically active preparation in the context of varieties was established and their influence on grain quality was mathematically confirmed. It was determined that the studied preparations and methods of treatment affected the weight of 1000 grains, with an excess of 0.1–2.0 grams over the controls. The heaviest grain was characterized by the variety of winter wheat Kubus, the weight of 1000 grains in the control variants averaged 45.3 grams over the years of research. However, Zdobna variety showed a better reaction to biological products, seed treatment with Trichodermin biological product contributed to an increase of 1–1.5 grams, and spraying of vegetative plants and double treatment (seed + sowing) – by 1.8–2.0 grams, while in varieties Ariivka and Kubus the indicator increased by 0.7 and 0.5–1.0 grams. It was found that the studied wheat varieties were characterized by different protein content, in the controls the indicator was by variety: Ariivka – 13.1%, Zdobna – 13.5 and Kubus – 11.0%. The greatest effect from the use of biological products was in the variety Ariivka on the variant of spraying crops and double treatment (seeds + sowing), the indicator was 13.8–14.0%, that is, exceeding the control by 0.7–0.9%. The results of the analyzes showed that the highest gluten structure content was in the Zdobna variety, and the lowest in the Kubus variety. The winter wheat variety Ariivka was the most plastic in terms of the effect of biological preparations on gluten content, as the excess of controls was 0.4–1.5%.

Key words: winter wheat, variety, biological preparation, processing method, weight of 1000 grains, protein content, gluten content.

References

1. Barabolia O.V. (2001). Vplyv poperednykh na urozhainist ta yakist zerna sortiv pshenytsi miakoi ozymoi. Zb. naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. [Influence of predecessors on the yield and grain quality of winter soft wheat varieties. Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture.] Vyp.76. S. 102–106. [in Ukrainian].
2. Lypchuk V., Malakhovskiy D. (2016). Strukturni zminy u zernovyrobnytstvi: rehionalnyi aspekt. Ahrarna ekonomika. [Structural changes in grain production: regional aspect. Agrarian economy]. T. 9, № 3–4. S. 53–60. [in Ukrainian].
3. Palamarchuk V.D., Polishchuk I.S., Yermakova L.M., Kalenska S.M. (2012). Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii. [Systems of modern intensive technologies.]. Vinnytsia: FOP Rohalska I.O., 2012. 370 s. [in Ukrainian].
4. Kovalenko A.M., Kiriak Yu.P. (2018). Urozhainist ta yakist nasinnia riznykh sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid ahropriomiv vyroshchuvannya za umov zminy klimatu. [Yield and quality of seeds of different varieties of winter wheat depending on cultivation practices under climate change.]. Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. [Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]. № 5. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_23 [in Ukrainian].
5. Yarchuk I.I. (2001). Vplyv hidrotermichnykh i ahrotekhnichnykh faktoriv na urozhainist ozymoi pshenytsi. [Influence of hydrothermal and agrotechnical factors on the yield of winter wheat]. Tavriiskiyi naukovyi visnyk. [Tavrian Scientific Herald]. Kherson, Ailant, Vyp. 18. S. 52–57. [in Ukrainian].
6. Kolomiets L.A. (2007). Formuvannya adaptivnykh oznak mizhsortovymy hibrydamy ozymoi pshenytsi (Triticum Aesticum L.). Sortovyvchennia ta okhrona prav na sorty roslyn. [Formation of adaptive traits by intervarietal hybrids of winter wheat (Triticum Aesticum L.). Varietal research and protection of rights to plant varieties.]. № 6. S. 26–34. [in Ukrainian].
7. Bazalii V.V., Domaratskyi Ye.O., Pichura V.I. (2012). Analiz formuvannya vrozhaivosti sortiv pshenytsi miakoi ozymoi zalezno vid biopreparativ i klimatychnykh umov. [Analysis of yield formation of soft winter wheat varieties depending on biological preparations and climatic conditions]. Tavriiskiyi naukovyi visnyk. [Taurian Scientific Herald]. Vyp. 82. S. 11–18. [in Ukrainian].

8. Herman M.M. (2011). Polipshennia posivnykh yakosti nasinnia pshenytsi miakoi ozymoi zalezho vid predposivnoi obrobky nasinnia. [Improvement of sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on pre-sowing seed treatment]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. [Herald of the Poltava State Agrarian Academy]. №4. S. 54–57. [in Ukrainian].
9. Anishyn L., Anishyn S. (1999). Vplyv biostymulatoriv na vrozhai i yakist ozymoi pshenytsi. *Novyny zakhystu roslyn*. [The influence of biostimulants on the yield and quality of winter wheat. Plant protection news.] № 7–8. S. 29–30. [in Ukrainian].
10. Bazalii B.B., Malyhin B.V., Dydiaieva O.A. (2011). Mahnitno-impulsna obrobka nasinnia yak metod pidvyshchennia vrozhaivosti zernovykh kultur. [Magnetic pulse treatment of seeds as a method of increasing the yield of grain crops]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*. [Taurian Scientific Herald]. Vyp. 76. S. 3–10. [in Ukrainian].
11. Ponomapenko C.P. (1999). Rehulatory rostu. Ekolohichni aspekty zastosuvannia. *Zakhyst roslyn*. [Growth regulators. Ecological aspects of the activity. Protection of plants]. №12. 15 s. [in Ukrainian].
12. Shevchenko A.O., Anishyn L.A. (1997). Rezerv pshenychnoi nyvy. Biostymulatory rostu novoho pokolinnia. *Zahyst roslyn*. [Wheat field reserve. Biostimulants of the new generation. Protection of plants]. №10. 21 c. [in Ukrainian].
13. Kalenska S. M., Hordyna O.Yu. (2022). Zakonomirnosti rozvytku pshenytsi ozymoi u vesniano-litnii period vehetatsii zalezho vid predposivnoi obrobky nasinnia. *Novitni ahrotekhnolohii*. T. 10, № 3. [Regularities of the development of winter wheat in the spring-summer growing season depending on the pre-sowing seed treatment. The latest agricultural technologies]. URL: <https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270488> [in Ukrainian].

УДК 635.652:631.847:504:631.95

Цибрій-Сівак Н. В.

аспірантка,

Заклад вищої освіти «Подільський державний аграрно-технічний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна

Бахмат М. І.

викладач,

професор, доктор сільськогосподарських наук
Заклад вищої освіти «Подільський державний аграрно-технічний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: natashathcbrij@gmail.com, mibahmat@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6316-561X

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АЗОТФІКСАЦІЇ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Анотація

Сучасні світові напрями формування продовольчих ресурсів повинні спрямовуватися на вирішення проблеми білка. Зменшення виробництва високобілкових продуктів харчування тваринного походження, а також висока собівартість їх виробництва зумовлюють необхідність збільшення виробництва білка рослинного походження, у тому числі за рахунок квасолі, попит на яку в останні роки значно зріс. Квасоля сьогодні є однією з найприбутковіших сільськогосподарських культур.

Високі темпи виробництва квасолі звичайної та зростаючий попит на ринку України допоможуть вирішити завдання щодо збільшення виробництва зерна з умістом рослинного білка, а також поповнення запасів ґрунту атмосферним органічним азотом та стабілізації економіки у цілому.

Ключові слова: квасоля звичайна, передпосівна обробка насіння, насіння, штами *Rhizobium phaseoli*, урожайність, якість зерна, економічна та енергетична ефективність.

Вступ. Сьогодні важливе завдання – забезпечити людей якісним та збалансованим харчуванням за допомогою білкових продуктів рослинного походження. Переважно це пов'язано зі значним скороченням виробництва продуктів тваринного походження з високим умістом білка, тому велику увагу слід приділити проблемі збільшення валового збору протеїну бобових культур, особливо квасолі.

Значний вплив на отримання високого рівня врожайності та використання потенціалу, що біологічно закладений, має вибір нових, перспективних і вдосконалених сортів, а також упровадження сучасних агротехнологій та ресурсозберігаюче й екологічне значення біологічної азотфіксації квасолі звичайної.

Погодні умови також відіграють важливу роль. За кілька років уміст білка в насінні квасолі збільшився на 5% і більше. Погодні умови, що складаються під час зростання та розвитку рослин, більшою мірою впливають на рівень білка, ніж агротехнічні процеси. Даний факт підтвердився й у наших дослідженнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час вирощування квасолі тривалість вегетаційного періоду має велике значення, оскільки ріст, розвиток та формування врожаю цієї культури можуть тривати від 60 до 130 діб. Установлено, що тривалість вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сорту, екологічних умов регіону та застосування конкретних елементів технології вирощування. За тривалістю вегетаційного періоду (від з'явлення сходів до першого збору бобів у технічній стиглості) сорти квасолі поділяють на ранні (до 45 діб), середньостиглі (46–55), середньопізні (56–65) та пізньостиглі (понад 65 діб). Подовження тривалості вегетації рослин квасолі, як правило, негативно впливає на розвиток рослин квасолі звичайної. Учені стверджують, що процес формування квіток, тривалість цвітіння, запліднення і формування бобів повною мірою залежать від кліматичних чинників. Найкращі умови для запліднення спостерігаються за температури повітря 20–27°C і вологості 45–60%. Як правило, тривалість періодів «сходи – цвітіння» і «цвітіння – дозрівання» у квасолі майже однакова, із деякими коливаннями. Цвітіння у дуже ранньостиглих генотипів зазвичай починається на 28–30-ту добу, у пізньостиглих – на 55–57-му. У період цвітіння і на початку наливання бобів надземна маса квасолі починає розвиватися більш інтенсивно і накопичує ще 30% сухої речовини. Хоча ріст рослин після кінця цвітіння майже припиняється, нагромадження сухої речовини триває до повної стиглості насіння, і за цей період ще додається її до 40%. Дощова і прохолодна погода гальмує цвітіння, спричиняє обпадання бутонів і стерильність квіток.

Мета. Сучасні сорти квасолі зернової мають досить високий рівень розвитку і за оптимальної системи удобрення можуть забезпечити отримання сталих і високих урожаїв. Тому основним завданням наших досліджень було вивчити вплив удобрення та інокуляції на структуру врожаю квасолі зернової та її продуктивність.

Методика дослідження. У статті описано застосування мінеральних добрив та застосування інокуляції насіння квасолі. Дефіцит білка в усьому світі знижується за рахунок використання білків тваринного походження. В умовах реформування агропромислового комплексу України та скорочення виробництва тваринної продукції великого значення набуло виробництво високобілкових продуктів рослинництва. Як наслідок, за останні роки різко виріс попит на насіння зернобобових культур. Технології використання добрив та вирощування квасолі є одним із найбільш ефективних заходів підвищення її врожайності. Установлено, що оптимізована система удобрення з урахуванням потреби рослин у поживних речовинах за етапами органогенезу може забезпечити найвищу врожайність культури. Квасолі відносять до культур, вимогливих до поживного режиму ґрунту. На думку низки вчених, квасоля є найвимогливішою до родючості ґрунту серед зернобобових і досить чутлива до внесення мінеральних добрив. Підтвердження цього висновку знайшло і в наших дослідженнях.

Результати досліджень. Вегетаційний період досліджуваних середньостиглих сортів квасолі варіював від 93 до 113 діб залежно від удобрення та інокуляції насіння. Сорт Ластівка досягав раніше за інші, і період вегетації в нього був на 8–10 діб коротший. Застосування інокуляції насіння подовжувало період вегетації сортів квасолі порівняно з варіантами без інокуляції насіння на різному фоні удобрення на 3–5 діб. Збільшення азотних добрив до 60 кг/га подовжувало вегетацію досліджуваних сортів квасолі на 8–13 діб. За внесення азотних добрив у нормі від 45 до 60 кг/га на тлі підвищення РК період вегетації був однаковим як у варіантах із застосуванням інокуляції, так і без неї. Разом із цим внесення азотних добрив у нормі від 45 до 60 кг/га на тлі РК призводило до пригнічення нітрогеназної активності бульбочок на коренях досліджуваних сортів квасолі, і живлення рослин відбувалося виключно за рахунок мінеральних форм добрив.

Основними чинниками, що впливають на природну високу врожайність сільськогосподарських культур, є сприятливі кліматичні умови, родючість ґрунту, структура мікробного комплексу, відсутність збудників захворювань різної етіології тощо. Зокрема, ґрунтознавцями доведено, що на природний потенціал родючості ґрунту суттєво впливає якісний та кількісний склад його мікрофлори. Дослідження у галузі класичної ґрунтової мікробіології показали, що чисельність, біомаса й таксономічна структура мікробного комплексу ґрунту залежать від багатьох чинників. Уведення ґрунту в активне землекористування призводить до значних змін цих показників. За тривалого використання земель ці зміни накопичуються. При цьому вплив даних чинників на формування мікробного комплексу й у цілому на якість ґрунту мало вивчений, хоча від цього залежить система заходів, що забезпечують гомеостаз ґрунтів, а також їхню високу продуктивність. Із вищезазначеного можна дійти висновку, що вирішення питання знаходиться, передусім, у площині вивчення ґрунтових мікроорганізмів і аналізі характеру їх взаємодії з рослинами. Усі механізми управління найважливішими біосферними процесами закладені в природі: азотфіксація, фосфатмобілізація, антагонізм мікроорганізмів до фітопатогенів, синтез багатьма ґрунтовими мікроорганізмами біологічно активних речовин, здатних суттєво впливати на фізіологічний стан рослин та їхній імунітет, викликати епізоотії у шкідників сільськогосподарських культур тощо. Активізація рослинно-мікробної взаємодії є потужним чинником підвищення продуктивності агроценозу, хоча в сільськогосподарській практиці використовується недостатньо [1].

Одним із актуальних напрямів розвитку екологічного землеробства є створення мікробних біотехнологій, що сприяють інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та збереженню родючості ґрунтів. Для сучасної системи землеробства велике значення мають мікробіологічні чинники, використання яких дає можливість істотно підвищити родючість ґрунту і ступінь реалізації генетичного потенціалу культурних рослин. Ґрунтова мікрофлора – обов'язковий компонент будь-якого агрофітоценозу, де між рослинами і мікроорганізмами відбуваються молекулярні взаємодії, суть яких полягає в обміні метаболітами та їх трансформації. Мікроорганізми сприяють формуванню у ризосферній зоні фонду доступних рослині поживних речовин і фізіологічно активних сполук, регулюючих метаболізм та взаємини між партнерами. До складу метаболітів ризосферних мікроорганізмів входять також антибіотичні речовини, які пригнічують розвиток фітопатогенів. Очевидно, що спектр механізмів взаємодії партнерів агрофітоценозу знаходиться під впливом різних екологічних чинників і може ефективно здійснюватися за оптимальних умов [2].

Необхідною умовою розвитку екологічного землеробства є створення методів і технологій формування, підтримки та ефективного функціонування високоінтегрованих мікробно-рослинних систем, що поєднують у собі корисні властивості і рослин, і мікроорганізмів. Перспективним із цього погляду є створення у ґрунті багатокомпонентних систем, що відтворюють оптимальні природні агрофітоценози і забезпечують високу стійкість землеробства. Дослідження, спрямовані на створення високопродуктивних агрофітоценозів шляхом селекції активних комплементарних партнерів (рослина + мікроорганізм), актуальні для рослинництва. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур значною мірою залежить від їх забезпеченості елементами мінерального харчування, передусім азотом. Джерелом екологічно безпечного біологічного азоту в ґрунті є мікроорганізми, здатні фіксувати молекулярний азот атмосфери [3].

У практиці сільського господарства біологічних препаратів, створених на основі азотфіксуючих мікроорганізмів і ризобактерій, що стимулюють ріст рослин (plant growth-promoting rhizobacteria – PGPR-бактерій), є одним із технологічних прийомів, що сприяють підвищенню врожаю культурних рослин і накопиченню у ґрунті біологічного азоту. Перспективні також дво-, три- і чотирикомпонентні мікробні препарати, що включають бульбочкові

бактерії, ризобактерії, мікоризні гриби і біологічно активні речовини. PGPR-бактерії характеризуються низкою позитивних (прямих і опосередкованих) ефектів дії на рослини, серед яких визначальними є здатність до фіксації молекулярного азоту атмосфери, синтез речовин гормональної природи, а саме: ауксинової, гіббереллінової, цитокінінової, вітамінів, речовин антибіотичної і антифунгальної природи, здатність до мобілізації важкорозчинних фосфатів ґрунту і розкладання шкідливих хімічних сполук [4].

Багато мікроорганізмів, асоційованих із рослинами, здатні синтезувати речовини фітогормональної природи, необхідні їм як для власного розвитку, так і для встановлення зв'язків із рослинами та іншими ґрунтовими мікроорганізмами. Утворення гормонів – одне з важливих властивостей ризосферних, епіфітних і симбіотичних бактерій, стимулюючих ріст рослин. Стимулююча дія ризосферних мікроорганізмів на ріст рослин пов'язана з активізацією асоціативної і симбіотичної азотфіксації та фізіологічних процесів у рослинах, поліпшенням мінерального, у тому числі азотного, харчування, збільшенням нагромадження біологічного азоту в них [5].

PGPR-штами бактерій стимулюють ріст і розвиток рослин не лише за рахунок утворення біологічно активних речовин, а й за рахунок здатності до азотфіксації, поліпшення водного і мінерального живлення рослин, запобігання або зменшення росту фітопатогенів завдяки можливості синтезувати речовини бактерицидної і фунгіцидної дії. До комплексу позитивних ефектів, наданих PGPR-бактеріями на рослину, належить і їхня здатність трансформувати недоступні сполуки фосфору, що містяться у ґрунті. Мікроорганізми, що розчиняють фосфати, сприяють росту і розвитку рослин. До опосередкованих ефектів впливу PGPR-бактерій на рослини відноситься здатність мікроорганізмів синтезувати речовини, що володіють антибактеріальною і фунгітоксичною дією. Однією із властивостей ризосферних мікроорганізмів є їхня здатність до синтезу екзополісахаридів (ЕПС), що забезпечують в'язкість і дають бактеріям можливість агрегуватися з іншими ґрунтовими мікроорганізмами, утворюючи асоціації, прилипати до різних ґрунтових і рослинних тканин, захищати клітину від дії чинників навколишнього середовища. Азотфіксуючі ризобактерії чинять вплив на стійкість рослин до абіотичних стресових чинників. Комплекс позитивних ефектів впливу PGPR-бактерій на рослини і ґрунт широко використовується у практиці рослинництва, а саме у застосуванні бактеріальної інокуляції насіння або обробці рослин у період вегетації [4].

Позитивний ефект бактеризації насіння залежить від низки чинників: активності штаму мікроорганізму, концентрації суспензії клітин, кількості біологічно активних речовин у суспензії, тривалості обробки насіння, виду рослин, стану аборигенної мікрофлори в момент посіву, особливостей ґрунту, умов агротехнічного комплексу. Установлено, що набагато успішніше відбувається інтродукція штамами, спочатку ізольованими з ризоплани або ризосфери того ж виду рослин. Одним із прийомів, що використовуються для підвищення реалізації біологічного потенціалу рослин і мікроорганізмів агрофітоценозів, є комплексна бактеризація насіння. Препарати полівалентної дії на основі композицій кількох мікроорганізмів за умови індивідуального комплементарного підбору характеризуються більшими стабільністю та ефективністю у різних агрокліматичних умовах. Використання у сільськогосподарському виробництві мінеральних добрив має значний вплив на розвиток мікроорганізмів у ризосфері культурних рослин і ефективність інокуляції насіння ризобактеріями [6].

Уміст азотних добрив у ґрунті впливає на азотфіксуючу здатність мікроорганізмів. Застосування способу інокуляції насіння бактеріальними препаратами на основі азотфіксуючих ризобактерій сприяє збільшенню продуктивності сільськогосподарських культур, зниженню кількості внесених азотних добрив і підвищенню родючості ґрунту за рахунок активного розвитку агрономічно корисної групи ризосферних діазотрофних мікроорганізмів. Для отримання нових штамів ризобактерій використовують традиційні методи аналітичної селекції, проводячи скринінг мікроорганізмів за властивостями, корисними для рослини (наприклад, висока азотфіксуюча активність, здатність синтезувати фітогормони, трансформувати фосфати, здійснювати біоконтроль над розвитком, хвороб та ін.), а також методи хімічного і транспозонового мутагенезу [2].

Різноманітність природних форм ґрунтових мікроорганізмів дає змогу виділяти їхні нові штамми з агрономічно корисними властивостями, адаптовані до кореневих виділень тих чи інших сільськогосподарських рослин, невибагливі до умов існування, з високою активністю зростання, за рахунок чого вони здатні легко інтродукуватися у ризосферу культурних рослин. Пошук і виділення з різних ґрунтів і ризосфери рослин методом аналітичної селекції нових штамів мікроорганізмів, що характеризуються високою азотфіксуючою активністю, і створення на їхній основі бактеріальних препаратів під культури є актуальним напрямом сільськогосподарської біотехнології. Практичне застосування у сільськогосподарському виробництві препаратів асоціативних мікроорганізмів активізує ріст і розвиток рослин, сприяє суттєвому підвищенню врожайності і вмісту білка, дає змогу знизити кількість внесених мінеральних добрив. Продуктивність процесу асоціативної азотфіксації можна значно підвищити цілеспрямованим підбором генотипів рослин, чутливих до інокуляції активними штамми асоціативних діазотрофів, і більш повною реалізацією потенціалу азотфіксації внесенням у ґрунт фізіологічно оптимальних доз мінерального азоту, обробкою мікроелементами і стимуляторами росту рослин [7].

Розрізняють декілька механізмів впливу рістстимулюючих ризобактерій на рослини: збільшення фіксації атмосферного азоту і його надходження у рослини за рахунок функціонування бактеріальної нітрогенази; трансформація важкорозчинних сполук, передусім фосфорних, у легкозасвоювані для рослин завдяки функціонуванню бактеріальних фосфатаз; підвищення асиміляції нітратів за рахунок активності бактеріальної нітратредуктази; синтез мікроорганізмами фізіологічно активних речовин (гормонів, вітамінів, амінокислот та ін.),

що здійснюють пряму гормональну регуляцію росту рослин; здатність мікроорганізмів до синтезу екзополісахаридів природними прилипаками бактерій до рослинних тканин і ґрунтових частинок; колонізація ризосфери і біоконтроль зараження рослин патогенами за рахунок здатності бактерій до синтезу речовин антибіотичної і фунгітоксичної дії; зміна проникності мембран клітин корневих тканин та збільшення поглинальної здатності коренів рослин. Таким чином, застосування бактеріальних препаратів на основі рістстимулюючих ризобактерій як елемента екологічного землеробства в технологіях вирощування квасолі дає змогу значно знизити хімічне навантаження на екосистеми внаслідок зменшення кількості застосовуваних мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, призводить до підвищення врожайності і поліпшення якості екологічно безпечної сільськогосподарської продукції [4].

Землеробству приділяється мало уваги у біогенній фіксації атмосферного азоту в різних формах як потужному чиннику підтримання родючості ґрунтів, економії азотних добрив і екологічної безпеки. Провідна роль у цьому належить квасолі звичайній, яка завдяки симбіотичній фіксації азоту формує порівняно високі врожаї, синтезує найдешевший, біологічно повноцінний рослинний білок без азотних добрив [8].

Одним з основних елементів формування врожаю, а також важливим чинником відтворення родючості ґрунтів є азот, тому проблема його балансу та перетворень в агроекосистемах є важливим складником розроблення сучасних енергозберігаючих екологічних технологій у сільському господарстві. Надходження азотних сполук у ґрунт переважно відбувається за рахунок органіки, симбіотичної та несимбіотичної (асоціативної) азотфіксації та у вигляді мінеральних добрив (синтетичного продукту промислового зв'язування молекулярного азоту). У традиційних технологіях головна увага приділялася кількісним показникам забезпечення ґрунту азотомісними речовинами, а тому в агрономічних системах живлення квасолі виняткова роль належала органічним та мінеральним добривам. Такий підхід був і залишається визначальним, оскільки дає змогу оперативно та масштабно впливати на рівень урожайності. При цьому азотфіксація мікроорганізмами є планетарним процесом, який тісно взаємопов'язаний із процесами фотосинтезу, дорівнює йому за масштабом і значенням у природі. Загальна продуктивність біологічної азотфіксації становить 270–330 млн т/рік, у тому числі 160–170 млн т/рік належить суходолу. У глобальному вимірі лише 5% зв'язуваного азоту належить промисловості у перерахунку на аміак [9].

Для розуміння процесу азотфіксації і практичного його використання в агротехнологіях великого значення набуває механізм його дії у природних умовах. Перенесення природної азотфіксації у сферу виробничої діяльності людини наближує її до функціональних властивостей самої природи [10].

У землеробства існує чотири загальновідомі способи отримання ґрунтами зв'язаного азоту: симбіотична фіксація, асоціативна азотфіксація, надходження з опадами і внесення добрив. Інокуляція насіння квасолі звичайної бактеріями, переважно роду *Rhizobium*, створює умови інтенсивної азотфіксації за достатнього мінерального живлення рослин. Явище асоціативної азотфіксації поширене в кореневій системі практично кожного виду рослин. Вільноживучі азотфіксувальні бактерії відносяться до видів асоціативних бактерій, що можуть існувати у ґрунті за рахунок елементів живлення та енергії, що міститься безпосередньо в ґрунті, тоді як симбіотичні – лише в ризосфері бобових культур.

Створити функціональну систему життєдіяльності ґрунту як живого тіла здатна технологія максимального залучення у біологічний кругообіг вторинної продукції рослинництва, сидеральної культури і нового покоління органо-мінеральних біоактивних добрив і біопрепаратів, що забезпечать відтворення процесу синтезу – деструкції органічної речовини ґрунту, які майже суцільно порушені, та максимальне залучення для потреб рослини атмосферного азоту [11].

Джерелом як мінерального, так і біологічного азоту є атмосферний азот. Тому використання біологічного азоту в землеробстві можливе завдяки стабілізації землекористування, оптимізації структури посівних площ та створенню й упровадженню високоефективних ресурсозберігаючих технологій, які спрямовуються на реалізацію природного потенціалу агроекосистем і ґрунтуються на ефективному використанні їхніх біологічних можливостей. У землеробстві приділяється мало уваги біогенній фіксації атмосферного азоту в різних формах як потужному фактору підтримання родючості ґрунтів, економії азотних добрив та екологічної безпеки. Провідна роль у цьому належить квасолі звичайній, яка завдяки симбіотичній фіксації азоту формує порівняно високі врожаї, синтезує найдешевший, біологічно повноцінний рослинний білок без азотних добрив [12].

Азотфіксувальні мікроорганізми можуть засвоювати з повітря від 40 до понад 300 кг азоту на гектар за рік. Цей процес не забруднює довкілля і не потребує значних енергетичних витрат. Про значущість біологічної азотфіксації свідчить той факт, що у світовій практиці сільського господарства щороку в ґрунт із мінеральними добривами вноситься 35 млн т азоту, тоді як за цей самий час рослини поглинають із ґрунту приблизно 75 млн т цього елемента. Різниця між цими кількостями покривається завдяки діяльності мікробів-азотфіксаторів, насамперед бульбочкових бактерій, які зв'язують молекулярний азот у легкозасвоювані для рослин форми. Бульбочкові бактерії селяться на корінні квасолі звичайної, ініціюють утворення корневих бульбочок, після чого між рослиною і бактеріями виникає симбіоз (рис. 1): бактерії зв'язують молекулярний азот атмосфери, передають його рослині, яка, своєю чергою, забезпечує їх іншими поживними речовинами [12].

Вивчення питання біологічної азотфіксації квасолі є досить актуальним у сучасних умовах господарювання і потребує ефективних заходів збільшення виробництва продукції за економії енергетичних ресурсів за рахунок



Рис. 1. Кореневі бульбочки квасолі (*Glycine max* (Merr.))

дешевого природного джерела. Залучення азоту з повітря у кругообіг поживних речовин бобовими фітоценозами забезпечує поліпшення екологічного стану навколишнього середовища. Біологічна азотфіксація існувала на перших стадіях розвитку живої матерії й особливо тісно пов'язана з розповсюдженням на Землі рослинності. Необхідність азоту повітря для росту рослин виявилася тільки з розвитком землеробства. Навряд чи у житті рослин є інший біохімічний процес, подібний до процесу азотфіксації, вивчення якого б мало стільки загадковості й таємниць, широких горизонтів та перспектив у практиці сільськогосподарського виробництва. Незважаючи на дефіцит азоту, від якого потерпають рослини і деякі тварини, із повітря його можуть використовувати лише бактерії, які мають високий коефіцієнт розмноження: швидко пристосовуючись до середовища, вони здатні синтезувати різноманітні хімічні сполуки. Біологічна азотфіксація – найбільш повільноплинний процес у кругообігу азоту в природі. Про це свідчать практично невичерпні запаси газоподібного азоту в атмосфері й відносна нестача сполук азоту в ґрунті. Питання кругообігу та балансу азоту в агроекосистемах є актуальним для різних галузей аграрної науки. Причина полягає у тому, що азот та його сполуки в природі виступають життєво необхідними чинниками існування людини на Землі [13].

Ще донедавна використання агрофітоценозів здійснювалося на основі науково обґрунтованих систем землеробства. При цьому ефективність оцінювалася за величиною акумульованої в урожаї енергії. У сучасних умовах інтенсивного зростання та ускладнення форм впливу екологічних і антропогенних чинників на агроекосистему вчені почали звертати увагу на процеси, які відбуваються у системі «ґрунт – рослина – приземна атмосфера», оцінювати ефективність їх перебігу. Одним із глобальних процесів, що проходить в агрофітоценозах із бобовими культурами, є біологічна фіксація атмосферного азоту у симбіозі з мікроорганізмами. Біологічний азот дає змогу з найменшими ресурсозатратами розв'язати питання підвищення родючості ґрунтів. За даними В.П. Патики, азотфіксація здійснюється за рахунок енергії Сонця і є найбільш ресурсощадним джерелом надходження атмосферного азоту в агроекосистему [14].

Інтерес до проблеми азоту сьогодні пояснюється актуальністю завдань, які стоять перед людством, серед яких – вирішення вічної проблеми білка – важливого складника частини продовольчих ресурсів. Основним надходженням білкових компонентів є квасоля, яка може в симбіозі з бульбочковими бактеріями синтезувати дані білки з вуглекислого газу, води і невеликої кількості неорганічних джерел азоту [15].

Мікроорганізми є необхідною ланкою в кругообігу всіх біогенних елементів, які беруть безпосередню участь у процесах ґрунтоутворення і підтримці родючості ґрунтів. Говорячи про тісну взаємодію мікроорганізмів із культурними рослинами, мається на увазі ризосферні бактерії і мікроскопічні гриби, які розвиваються і функціонують у прикореневій зоні з градієнтом чисельності, що йде від поверхні коріння, де дія рослинного організму на мікроорганізми найсильніша. При цьому здійснюється не лише вплив рослини на розвиток мікроорганізмів, а й дія бактерій та грибів на процеси мінералізації органічних сполук, засвоєння атмосферного азоту, поглинання рослинами поживних речовин, синтез і постачання фітогормонів, вітамінів, антибіотиків та інших фізіологічно активних речовин [16].

Провідна роль у формуванні врожаю рослин належить фотосинтезу як єдиному джерелу синтезу органічних речовин. Тому найважливішим завданням землеробства є розроблення заходів, спрямованих на ефективне використання фотосинтетичної функції рослин, серед яких провідне місце належить ґрунтовому живленню. Особливе значення у цьому контексті набуває забезпеченість рослин азотом. Для порівняння: за нестачі фосфору або калію продуктивність фотосинтезу зменшується на 2%, фосфору і калію – 9%, азоту – на 63% [17].

За рахунок здатності квасолі звичайної вступати в симбіоз зі специфічними для певного виду або групи видів бульбочковими бактеріями вони можуть у ґрунтово-кліматичних умовах України засвоїти за вегетацію близько 125–380 кг/га азоту повітря. Завдяки симбіотичній азотфіксації бобові культури формують високі врожаї дешевого рослинного білка без застосування дорогих, енергоємних та екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив. Після збирання врожаю понад 30% біологічного фіксованого азоту залишається у поживних і корневих залишках і використовується наступними культурами. Дослідженнями, проведеними в Україні та за кордоном, встановлено, що бобові культури у симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні фіксувати значну кількість азоту: конюшина – 180–670 кг/га, люцерна – 200–460, боби – 100–550, соя – 90–240, горох – 70–160, люпин – 150–450, пасовища з бобовими – 100–260 кг/га [18].

Тому за умов, коли немає можливості виконати один з основоположних законів землеробства – повернути в ґрунт винесені з урожаєм поживні речовини шляхом застосування мінеральних та органічних добрив, виникає потреба у пошуку інших джерел поповнення запасів поживних речовин ґрунту для охорони та відтворення його родючості. Найперспективнішим, урахувавши економічні аспекти, є біологічний азот. Завдяки симбіотичній азотфіксації квасоля звичайна формує високі врожаї дешевого рослинного білка без застосування дорогих, енергоємних та екологічно небезпечних мінеральних добрив [1].

Під час вирощування квасолі поряд із застосуванням мінеральних добрив азотний дефіцит ґрунту значною мірою покривається активізацією біологічних процесів. Сільське господарство, яке має близько 140 млн га ріллі, забезпечує надходження азоту в ґрунти (загалом 29 млн т на рік) із таких джерел (рис. 2):

- мінеральні добрива – близько 9 млн т, що становить 31,0%;
- біологічний азот – близько 13 млн т, що становить 44,8%;
- органічні добрива – 7 млн т, що становить 24,2% [1].



Рис. 2. Джерела збагачення ґрунтів азотом в аграрному секторі

Наявність у сівозміні квасолі дає змогу позитивно вирішувати проблему відтворення родючості ґрунту за рахунок корневих залишків і побічної продукції та поліпшувати азотний режим за її здатністю фіксувати атмосферний азот. За даними літературних джерел, частка біологічно фіксованого азоту всіх бобових культур становить 2/3, або в середньому 67% [9].

Застосування асоціативних азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів дає змогу рослинам поліпшити живлення завдяки підвищенню коефіцієнта використання мінерального азоту та фосфору з ґрунту, синтезу біологічно активних речовин, які стимулюють як ріст і розвиток кореневої системи, так і рослини у цілому. Біопрепарати на основі азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур за рахунок трансформації молекулярного азоту атмосфери та нерозчинних фосфорних сполук ґрунту в доступні рослинам форми.

Висновки. Для одержання максимальної продуктивності квасолі потрібно використовувати біопрепарати, фітогормони, регулятори росту чи мікроелементи комплексно або послідовно. Коли немає можливості повернути в ґрунт винесені з урожаєм поживні речовини шляхом застосування мінеральних та органічних добрив, виникає потреба у пошуку інших джерел поповнення запасів поживних речовин ґрунту для охорони та відтворення його родючості. Найперспективнішим, урахувавши економічні аспекти, є біологічний азот. Тому активізація процесу азотфіксації є дуже важливою. Він дає змогу економити на внесенні азоту у ґрунт. Використання штамів азотфіксуючих мікроорганізмів для квасолі звичайної стає усе більш доцільним.

Список використаних джерел

1. Гриник І.В., Патица В.П., Шкатула Ю.М. Мікробіологічні основи підвищення врожайності та якості зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4(63). С. 7–11.
2. Крутило Д.В. Бульбочкові бактерії – гетеротрофний та симбіотрофний способи життя. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. С. 147–161.

3. Samavat S., Mafakheri S., Shakouri M.J. Promoting Common Bean Growth and Nitrogen Fixation by the Co-Inoculation of Rhizobium and Pseudomonas Fluorescens Isolates. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2012. № 18(3). P. 387–395.
4. Моргун В.В., Коць С.Я., Кириченко Е.В. Рістстимулюючі різобактерії і їх практичне застосування. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2009. Т. 41. № 3. С. 187–207.
5. Leidi E.O., Rodriguez-Navarro D.N. Nitrogen and phosphorus availability as limiting factors of N₂ fixation in common bean. Spain, 1999. P. 1–32.
6. Kouas S., Labidi N., Debez A., Abdelly C. Effect of P on nodule formation and N fixation in bean. *Agron. Sustain. Dev. Tunisia*, 2005. № 25. P. 389–393.
7. Golparvar A.R. Multivariate Analysis and Determination of the Rest Indirect Selection Criteria to Genetic Improvement the Biological Nitrogen Fixation Ability in Common Bean Genotypes (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Genetika*. 2012. Vol. 44. № 2. P. 279–284.
8. Бенцаровський Д.М., Дацько Л.В., Кириченко М.В. Баланс азоту в землеробстві України. *Збірник наукових праць ННЦ «ІЗ УААН». Спецвипуск*. 2006. С. 22–25.
9. Beede S. Improvement of Common Bean for Mineral Nutritive Content at Ciat. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Colombia, 2001. Vol. 1.
10. Дегодюк Е.Г., Дегодюк С.Е. Біологічний азот у землеробстві України. Київ : Інститут землеробства УААН, 2006. С. 13–22.
11. Kjeldahl J. A new method for the estimation of nitrogen inorganic compounds. *Z. Anal. Chem*, 1883. № 22. 366 p.
12. Коць С.Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43. № 3. С. 212–225.
13. Кретович В.Л. Біохімія засвоєння азоту повітрям рослин. Москва : Наука, 1994. 167 с.
14. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / В.П. Патика та ін. Київ : Урожай, 1993. 174 с.
15. Біологічна фіксація азоту: бобово-різобіальний симбіоз : монографія / С.Я. Коць та ін. Київ : Логос, 2010. Т. 1. 523 с.
16. Грицаєнко З.М., Леонтюк І.Б. Інтенсивність мікробіологічних процесів і врожайність озимої пшениці за дії проділу макі та регулятора росту біолану. Основи формування продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивних технологій вирощування. 2008. 792 с.
17. Шишкану Г.В., Титова Н.В. Фотосинтез плодів рослин. Кишинів : Штиинца, 1985. 232 с.
18. Городній М.М., Бикін А.В., Нагаєвська Л.М. Агрохімія : підручник. Київ : Алефа, 2003. 786 с.

Tsybryk-Sivak N. V.

Post-graduate student

Higher Educational Institution «Podillia State University»

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Bakhmat M. I.

Professor of the Department of Agriculture, Soil Science and Plant Protection

Higher Educational Institution «Podillia State University»

Kamianets-Podilskyi, Ukraine

E-mail: natashathcbrij@gmail.com, mibahmat@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6316-561X

RESOURCE-SAVING AND ECOLOGICAL SIGNIFICANCE OF BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION OF COMMON BEANS

Abstract

High rates of production of common beans and growing demand on the Ukrainian market will help to solve the problem of increasing the production of grain with vegetable protein content, as well as replenishing soil reserves with atmospheric organic nitrogen and stabilizing the economy as a whole.

***Introduction.** The selection of new, promising, and improved varieties, as well as the introduction of modern agricultural technologies and the resource-saving and ecological value of biological nitrogen fixation of common beans, have a significant impact on obtaining a high level of yield and using the potential that is biologically embedded.*

***Purpose.** Modern varieties of grain beans have a fairly high level of development and an optimal fertilization system can ensure sustainable and high yields. Therefore, the main task of our research was to study the effect of fertilizer and inoculation on the structure of the grain bean crop and its productivity.*

***Methods.** The article describes the use of mineral fertilizers and the use of bean seed inoculation. Protein deficiency worldwide is being reduced due to the use of proteins of animal origin. In the conditions of reforming the agro-industrial complex of Ukraine and reducing the production of animal products, the production of high-protein plant products has become important. As a result of this, the demand for the seeds of leguminous crops has grown dramatically in recent years. Technologies for the use of fertilizers and the cultivation of beans are one of the most effective measures to increase its yield.*

***Results.** The positive effect of seed bacterization depends on several factors: the activity of the microorganism strain, the concentration of the cell suspension, the amount of biologically active substances in the suspension, the duration of the seed treatment, the type of plant, the state of the native microflora at the time of sowing, the characteristics of the soil, the conditions of the*

agrotechnical complex. It has been established that introduction by strains originally isolated from the rhizoplan or rhizosphere of the same plant species is much more successful. One of the methods used to increase the realization of the biological potential of plants and microorganisms of agrophytocenoses is the complex bacterization of seeds. Preparations of polyvalent action based on compositions of several microorganisms, subject to individual complementary selection, are characterized by greater stability and efficiency in various agro-climatic conditions.

Originality. Nitrogen is one of the main elements of crop formation, as well as an important factor in the reproduction of soil fertility. Therefore, the problem of its balance and transformations in agroecosystems is an important component of the development of modern energy-saving environmental technologies in agriculture. Nitrogen compounds enter the soil mainly through organic matter, symbiotic and non-symbiotic (associative) nitrogen fixation, and in the form of mineral fertilizers (a synthetic product of industrial binding of molecular nitrogen). In traditional technologies, the prevailing attention was paid to the quantitative indicators of providing the soil with nitrogen-containing substances, and therefore in the agronomic systems of feeding beans, the exclusive role belonged to organic and mineral fertilizers.

Conclusion. Under conditions when it is not possible to return the nutrients removed from the crop to the soil through the use of mineral and organic fertilizers, there is a need to find other sources of replenishment of soil nutrients to protect and reproduce its fertility. The most promising, taking into account economic aspects, is biological nitrogen. Therefore, activation of the process of nitrogen fractionation is very important nowadays. It allows for saving on applying nitrogen to the soil. The use of strains of nitrogen-fixing microorganisms for common beans is becoming more and more appropriate.

Key words: Common beans, pre-sowing seed treatment, seeds, *Rhizobium phaseoli* strains, productivity, grain quality, economic and energy efficiency.

References

- Hrynyk, I.V., Patyka, V.P., Shkatula, Yu.M. (2011). Mikrobiolohichni osnovy pidvyshchennia vrozhaivosti ta yakosti zernovykh kultur [Microbiological foundations of increasing the yield and quality of grain crops]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Potava State Agrarian Academy*, 4 (63), 7–11. [in Ukrainian].
- Krutylo, D.V. (2008). Bulbochkovi bakterii – heterotrofnyi ta symbiotrofnyi sposoby zhyttia [Potato bacteria are a heterotrophic and symbiotrophic way of life]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Agricultural microbiology. Interdepartmental thematic scientific collection*, 147–161. [in Ukrainian].
- Samavat S., Mafakheri S., Shakouri M.J. Promoting Common Bean Growth and Nitrogen Fixation by the Co-Inoculation of *Rhizobium* and *Pseudomonas Fluorescens* Isolates. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. Iran, 2012. 18(No3). P. 387–395.
- Morgun, V.V., Kots', S.Ya., Kirichenko, E.V. (2009). Riststymuliuvachi rizobakterii i yikh prpkytchne zastosuvannia. Fiziolohiia i biokhimiia kult.roslyn. [Growth-stimulating rhizobacteria and their practical application]. *Fiziologiia i biokhimiia kulturnykh roslyn – Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 41 (3), 187–207. [in Ukrainian].
- Leidi E.O., Rodriguez-Navarro D.N. Nitrogen and phosphorus availability as limiting factors of N₂ fixation in common bean. Spain, 1999. P. 1- 32.
- Kouas S., Labidi N., Debez A., Abdely C. Effect of P on nodule formation and N fixation in bean. *Agron. Sustain. Dev. Tunisia*, 2005. No 25. P. 389–393.
- Golparvar A.R. Multivariate Analysis and Determination of the Rest Indirect Selection Criteria to Genetic Improvement the Biological Nitrogen Fixation Ability in Common Bean Genotypes (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Genetika*. Iran, 2012. Vol. 44, No. 2. P. 279–284.
- Bentsarovskyi, D.M., Datsko, L.V., Kyrienko, M.V. (2006). Balans azotu v zemlerobstvi Ukrainy [Nitrogen balance in agriculture of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionaln'ho naukovooho tsentru «Instytut zemlerobstva Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk» – Collection of scientific works of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences», Special edition*, 22–25. [in Ukrainian].
- Beede S. Improvement of Common Bean for Mineral Nutritive Content at Ciat. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Colombia, 2001. vol. 1.
- Dehodiuk, E.H., Dehodiuk, S.E. (2006). Biolohichniy azot u zemlerobstvi Ukrainy [Biological nitrogen in agriculture of Ukraine]. *Natsionalnyi naukovyi tsentr «Instytut zemlerobstva Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk» – National Scientific Center «Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences»*, 13–22. [in Ukrainian].
- Kjeldahl J. A new method for the estimation of nitrogen inorganic compounds. *Z. Anal. Chem.*, 1883. 22. 366 p.
- Kots, S.Ya., (2011). Suchasnyi stan doslidzhen biolohichnoi fiksatsii azotu [The current state of biological nitrogen fixation research]. *Fiziologiia i biokhimiia kulturnykh rasteniy – Physiology and biochemistry of cultivated plants*, 43 (3), 212–225. [in Ukrainian].
- Kretovych, V.L. (1994). Biokhimiia zasvoiennia azotu povitriam roslyn [Biochemistry of air nitrogen assimilation by plants], 167. [in Ukrainian].
- Patyka, V.P., Tykhonovych, I.A., Filipyeva, I.D. et al (Eds.) (1993). Mikroorganizmy i alternatyvne zemlerobstvo [Microorganisms and alternative agriculture]. Kyiv, 174. [in Ukrainian].
- Kots, S.Ya., Morhun, V.V., Patyka, V.F. et al. (2010). Biolohichna fiksatsiia azotu: bobovo-rizobialnyi symbioz: monohrafiia [Biological nitrogen fixation: legume-rhizobium symbiosis]. Kyiv, 523. [in Ukrainian].
- Hrytsaenko, Z.M., Leontiuk, I.B. (2008). Intensyvniat mikrobiolohichnykh protsesiv i vrozhaivist ozymoi pshenytsi za dii prodilu maksi ta rehulatora rostu biolanu. Osnovy formuvannia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur za intensyvnykh tekhnolohii vyroshchuvannia [Intensity of microbiological processes and yield of winter wheat under the action of maxi division and biolan growth regulator. Basics of formation of productivity of agricultural crops under intensive cultivation technologies]. Kyiv, 792. [in Ukrainian].
- Shyshkanu, H.V., Titova, N.V. (1985). Fotosyntezy plodovykh roslyn. Kyshyniv: [Photosynthesis of fruit plants], 232. [in Ukrainian].
- Horodnii, M.M., Bykin, A.V., Nahaievska, L.M. (2003). Ahrokhimiia: pidruchnyk [Agrochemistry: textbook]. Kyiv, 786. [in Ukrainian].

УДК 633.812:631.5(477.43+477.85)

Кусаковська Н. М.

аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: natasha510@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0618-4483

УРОЖАЙНІСТЬ СУЦВІТЬ ЛАВАНДИ ВУЗЬКОЛИСТОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКУ ТА СХЕМИ САДІННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

Анотація

Тенденція до зміни погодно-кліматичних умов стимулювала до вивчення доцільності вирощування лаванди вузьколистий в умовах Західного Лісостепу. Метою досліджень було встановити вплив погодно-кліматичних умов зони, зокрема Хмельницької області, визначити вплив окремих агротехнічних та біологічних заходів на ріст, розвиток та продуктивність рослин лаванди справжньої. В результаті проведених досліджень встановлено кращий строк заготовки живців виявлено більш ефективний біостимулятор росту для укорінення живців лаванди вузьколистий. Отже, кращим строком заготовки живців був літній (липень), відсоток укорінення живців на контрольному варіанті становив 76%, що на 5% перевищувало показник укорінення живців за весняного строку заготовки (квітень). При застосуванні біостимуляторів більш ефективним був препарат Корневін, за якого відсоток укорінення живців при літній заготовці становив 98%, що на 19% перевищувало контроль, а при весняній заготовці показник перевищував контрольний варіант на 17%. Препарат Вимпел забезпечив відсоток укорінення живців відповідно 90 та 83, тобто з перевищенням контролю на 11 та 8%.

При вивченні впливу строку та схеми садіння на формування габітусу рослин та урожайність суцвіть лаванди справжньої встановлена доцільність проведення осіннього строку садіння. Доведено, що за схеми садіння 60×60 см урожайність суцвіть з гектара була оптимальною, попри те, що габітус рослин був практично ідентичний схемі 75×75 см. Перевищення урожайності на варіантах, висаджених за схемою 60×60 см відбулось за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі. Таким чином, оптимальну урожайність суцвіть лаванди вузьколистий забезпечили варіанти осіннього строку садіння за схемою 60×60 см, урожайність в середньому за роки досліджень за третій рік вегетації становила 4,9 т/га, тобто на 0,2 т/га більше, ніж на контролі.

В результаті проведених обліків, спостережень та аналізів впродовж трьох років вегетації лаванди вузьколистий встановлена доцільність вирощування культури в умовах Західного Лісостепу на малогумусному чорноземі важкосуглинного механічного складу.

Ключові слова: лаванда вузьколиста, розмноження живцюванням, біостимулятор росту, строк садіння, схема садіння, урожайність суцвіть.

Вступ. У аграрному секторі України сьогодні змінюються пріоритети. Зміна клімату та розширення асортименту різної продукції на світовому ринку, зокрема фармацевтичної, парфумерно-косметичної та кондитерської галузей-промисловостей активізують аграріїв займатися новими культурами, нішевими, малопоширеними. Такі культури в нашій країні, та й в усьому світі широко використовують в якості прянощів, ефірної олії та олії в цілому [1; 2].

На сьогодні лікарські та ефіроолійні культури вирощують в основному невеликі фермерські та приватні господарства. Окремі культури займають в таких господарствах навіть значні площі – 30–50 га. В промисловому виробництві близько 200 видів рослин, до складу яких входять пахучі масла, а всього їх близько 3-х тисяч, отже потенціал величезний [3; 4].

За результатами аналітичного вивчення Реєстру сортів України встановлено, що окремі ефіроолійні культури, не представлені жодним сортом, дозволеним до вирощування і розмноження в Україні. Така ситуація є неприйнятною, оскільки ряд ефіроолійних культур користуються стабільно високим попитом на внутрішньому фармацевтичному і косметичному ринку, а відсутність доступних сертифікованих сортів є перешкодою для ведення ефективного їх виробництва [5]. Традиційно лікарські та ефіроолійні культури більше поширені в умовах Степу. Окремими дослідженнями визначено, що найперспективнішими ефіроолійними культурами для Херсонщини та Півдня України загалом є лаванда, чабрець і гісоп (хоча останні дві культури належать за класифікацією до суто лікарських, а не ефіроолійних) [6]. Більшість науковців і практиків у своїх працях зазначає, що сфера виробництва лікарських рослин загалом та ефіроолійних зокрема, є дуже прибутковою та перспективною. Водночас поширеною є інформація, що лікарське рослинництво в Україні – це дуже вузький сегмент, у якому нині попит перевищує пропозицію. Таким чином, у змінних умовах сьогодення актуальними є подальші дослідження стратегічного розвитку лікарського рослинництва з акцентом на його економічні аспекти [7; 8].

Впродовж останніх років ми все більше спостерігаємо зміну погодно-кліматичних умов у всіх зонах. Перерозподіл опадів та теплового режиму вносить свої корективи у питаннях підбору культур для успішного ведення

сільськогосподарського виробництва. З огляду на перспективність у використанні та економічну ефективність така культура, як лаванда вузьколиста, згодом здатна буде зайняти гідне місце в усіх агрокліматичних зонах України.

Науковці доводять, що лаванда досить холодостійка, витримує морози до -20°C , а при наявності снігового покриву товщиною 25 см – до -28°C . Сходи у фазі 4–5 пар листків витримують заморозки до $-8-10^{\circ}\text{C}$. Протягом вегетації для лаванди кращою є тепла, а під час цвітіння – жарка погода [9–11].

Аналітики зазначають, що в нашій країні не менші потенційні можливості з вирощування та переробки лаванди, як у Болгарії, яка є найбільшим виробником лавандової олії в Європі [12].

Ґрунтовні дослідження з питань технології вирощування та підбору адаптованих сортів до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу України виконані в Інституті садівництва НААН України. Науковцями проведено порівняльну оцінку сортів лаванди, вивчено дію регуляторів росту на ризогенез живців лаванди вузьколистої, визначено фітомеліоративні властивості рослин лаванди та ін. [13–15]. Таким чином, інтерес до вирощування лаванди в усіх зонах України невпинно зростає.

Мета роботи. Метою досліджень було встановити вплив погодно-кліматичних умов зони, зокрема Хмельницької області, визначити вплив окремих агротехнічних та біологічних заходів на ріст, розвиток та продуктивність рослин лаванди справжньої, зокрема: у досліді 1 – строку садіння (фактору А), схеми садіння (фактору В) та у досліді 2 – строку заготовки живців (фактору А) та біостимулятора (фактору В).

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ввиконувались на малогумусному чорноземі важкосуглинистого механічного складу. Попередником шавлії мускатної була озима пшениця. Основний обробіток ґрунту полягав у лущенні стерні та оранці на 27–30 см. Передпосівну культивування здійснювали на глибину 5–6 см одночасно з боронуванням. Під культивування вносили $N_{60-90} P_{60-90}$. У перший рік у фазу утворення розетки підживлювали $N_{30} P_{30}$. На другий рік підживлювали у період відновлення вегетації $N_{30-45} P_{30-45}$.

У досліді 1 розмножували лаванду вузьколисту поділом куща з використанням дворічних рослин, які ділились навпіл і висаджувались за вказаними схемами. Щодо року садіння, найбільш оптимальними виявились умови 2019 року, за яких рослини сформувались більш високорослі та впродовж вегетації рослини мали кращий габітус.

Слід відмітити, що осінній строк садіння був більш ефективним на всіх варіантах досліду. Щодо схеми садіння – за контроль було взято осінній строк садіння і схему 75×75 см. Проте цей варіант не був найбільш ефективним для рослин 1-3 річного віку. За схеми садіння 60×60 см урожайність суцвіть з гектара була оптимальною, попри те, що габітус рослин був практично ідентичний схемі 75×75 см (табл. 1).

Перевищення урожайності на варіантах, висаджених за схемою 60×60 см відбулось за рахунок більшої кількості рослин на одиниці площі. Таким чином, оптимальну урожайність суцвіть лаванди вузьколистої забезпечили варіанти осіннього строку садіння за схемою 60×60 см, урожайність в середньому за роки досліджень за третій рік вегетації становила 4,9 т/га, тобто на 0,2 т/га більше, ніж на контролі.

Для укорінення живців лаванди вузьколистої необхідно близько 1,5 місяці. На живцях було сформовано по декілька вузлів, довжина – біля 10 см. Висаджували живці у ґрунтосуміш, попередньо обробивши розчином з додаванням біостимуляторів. Не слід допускати перезволоження, поливи проводити при підсиханні верхнього шару ґрунтосуміші. Перші дні – слід тримати у затінку, а потім – при розсіяному освітленні.

Таблиця 1. Урожайність суцвіть лаванди вузьколистої залежно від строків та схеми садіння, т/га (середнє за 2019–2021 рр.)

Строк садіння (А)	Схема садіння (В)	1-й рік вегетації		2-й рік вегетації		3-й рік вегетації	
		діаметр куща, см	урожайність суцвіть, т/га	діаметр куща, см	урожайність суцвіть, т/га	діаметр куща, см	урожайність суцвіть, т/га
Осінній (II декада жовтня)	45×45 см	32,6	2,7	45,7	3,2	66,2	4,1
	60×60 см	33,0	3,2	48,2	3,8	68,1	4,9
	75×75 см (К)	32,8	3,0	47,9	3,6	69,4	4,7
Весняний (II декада жовтня)	45×45 см	29,9	2,3	42,3	2,8	60,2	3,7
	60×60 см	30,3	2,9	45,6	3,5	63,1	4,5
	75×75 см	31,1	2,8	45,9	3,3	64,8	4,3
V, %		9,3	27,1	11,2	14,7	12,0	23,4

Таблиця 2. Укорінення живців лаванди вузьколистої залежно від строків їх заготовки та біостимуляторів росту, % (2019–2021 рр.)

Строк заготовки живців (А)	Без препарату (контроль)	Біостимулятор (В)			
		Корневін		Вимпел	
		факт.	± до контролю	факт.	± до контролю
Квітень	76	93	17	85	9
Липень	81	98	17	91	10
V, %		21,4			

За результатами досліджень кращим строком заготовки живців був літній (липень), відсоток укорінення живців на контрольному варіанті становив 76%, що на 5% перевищувало показник укорінення живців за весняного строку заготовки (квітень) (табл. 2).

При застосуванні біостимуляторів більш ефективним був препарат Корневін, за якого відсоток укорінення живців при літній заготовці становив 98%, що на 19% перевищувало контроль, а при весняній заготовці показник перевищував контрольний варіант на 17%. Препарат Вимпел забезпечив відсоток укорінення живців відповідно 90 та 83%, тобто з перевищенням контролів на 11 та 8%.

Висновки. Кращим строком заготовки живців був літній (липень), відсоток укорінення живців на контрольному варіанті становив 76%, що на 5% перевищувало показник укорінення живців за весняного строку заготовки (квітень) При застосуванні біостимуляторів більш ефективним був препарат Корневін, за якого відсоток укорінення живців при літній заготовці становив 98%, що на 19% перевищувало контроль.

Оптимальну урожайність суцвіть лаванди вузьколистої забезпечили варіанти осіннього строку садіння за схемою 60×60 см, урожайність в середньому за роки досліджень за третій рік вегетації становила 4,9 т/га, тобто на 0,2 т/га більше, ніж на контролі.

Список використаних джерел

1. Фролова Н.Е., Українець А.І. Переробка ефірних олій для отримання натуральних харчових ароматизаторів. *Наука та інновації*. 2010. Т. 6, № 2. С. 36–40.
2. Zhi-JingNi., Xin Wang., YiShena. at al. Recent updates on the chemistry, bioactivities, mode of action, and industrial applications of plant essential oils. *Trends in Food Science & Technology*. 2021. Vol. 110. P. 78–89. Зарубіжні вчені про олію
3. Мірзосва Т.В. Тенденції розвитку виробництва лікарських, прямих і ефіроолійних рослин в Україні. *Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів молодих учених* (м. Чернігів, 8-9 квіт. 2020 р.) : збірник тез доп. Чернігів, 2020. С. 393–396.
4. Свиденко Л., Єжов В. Перспективи вирощування деяких ефіроолійних культур у Степу Південному. *Вісник аграрної науки*. 2015. Том 93, № 6. С. 20–24.
5. Вожегова Р.А., Лиховид П. В., Біляєва І.М., Бойценюк Х.І. Сортовий склад ефіроолійних культур, придатних для вирощування на Півдні України *Аграрні інновації*. 2021. № 9. С. 57–60.
6. Зінов'єв В.С., Манушкіна Т.М. Особливості вирощування сортів лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill.) в умовах Півдня України. Кліматичні зміни та сільське господарство. *Виклики для аграрної науки та освіти : матеріали міжнародної науково-практичної конференції*, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ : Агроосвіта, 2018. С. 376–377.
7. Манушкіна Т.М. Особливості вирощування лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia* Mill) в умовах Південного Степу України. *Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур : матеріали II міжнар. науково-практичної конференції*, (м. Дніпро, 15–16 листопада 2017 р.). Дніпро : ДДАЕУ, 2017. С. 76–78.
8. Мірзосва Т. Економічні аспекти виробництва лікарських ефіроолійних культур. *Економіка та управління національним господарством*. 2019. Випуск № 3 (71). (частина 1). С. 79–84. doi: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-3-12>.
9. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова. 2013. Вінниця. 713 с.
10. Бєлова І.В., Глумова Н.В., Карпова Г.Я. Особливості формування захисної відповіді ефіроолійних рослин на дію низьких температур і можливість використання екзогенних фізіологічно активних речовин для їх активації. Матеріали XI конференції молодих вчених «Наукові, прикладні та освітні аспекти фізіології, генетики, біотехнології рослин і мікроорганізмів» (Київ, 22–24 червня 2010 р.) Київ, 2010. С. 18–25.
11. Куцела Т.М., Куцела О.Я. Інтродукція та акліматизація *Lavandula angustifolia* Mill. в умовах дендрологічного парку «Дружба». *Вісн. Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаніка*. Сер. біол. 2008. № 12. С. 47–49.
12. Abou El-Magd, M. M., Zaki, M. F. Habou Hussein, S. D. Effect of Organic Manure and Different Levels of Saline Irrigation Water on Growth, Green Yield and Chemical Content of Sweet Fennel. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2008. 2(1), 90–98.
13. Рудник-Іващенко О.І., Кременчук Р.І. Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia*) у Лісостеповій зоні України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів* (25-26 травня 2017 р. м. Дніпро) Інститут зернових культур. ТОВ «Нілан-ЛТД». С. 135–136.
14. Кременчук Р.І. Вплив стимуляторів росту на ризогенез живців лаванди вузьколистої (*Lavandula angustifolia*). *Міжвідомчий тематичний збірник Садівництво*. Київ, 2017. № 72. 172–178.
15. Михальська Л.М., Швартау В.В., Кременчук Р.І. Фітомеліоративні властивості рослин *Lavandula angustifolia* L. за умов вирощування у зоні Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 10. С. 55–60.

Kusakovska N. M.*Postgraduate student of the Department of Plant Growing, Breeding and Seed Production
Higher educational institution 'Podilskyi State University'**Kamyanets-Podilskyi, Ukraine**E-mail: natasha510@ukr.net**ORCID: 0000-0002-0618-4483*

YIELD OF NARROW-LEAVED LAVENDER INFLORESCENCES DEPENDING ON THE TERM AND SCHEME OF PLANTING IN THE WESTERN FOREST-STEPPE

Abstract

The tendency to change weather and climatic conditions stimulated the study of the feasibility of growing narrow-leaved lavender in the Western Forest-Steppe. The aim of the research was to determine the influence of weather and climatic conditions of the zone, in particular Khmelnytsky region, to determine the impact of certain agrotechnical and biological measures on the growth, development and productivity of lavender plants. As a result of the research, the best time for harvesting cuttings was established, and a more effective growth biostimulant for rooting of narrow-leaved lavender cuttings was identified. Thus, the best time for harvesting cuttings was summer (July), the percentage of rooting of cuttings in the control variant was 76%, which was 5% higher than the rooting rate of cuttings in the spring (April) When using biostimulants, the drug Kornevin was more effective, the percentage of rooting of cuttings in summer harvesting was 98%, which was 19% higher than the control, and in spring harvesting the index exceeded the control variant by 17%. Vimpel provided a percentage of rooting of cuttings of 90 and 83, respectively, which is 11 and 8% higher than the control. When studying the influence of planting time and scheme on the formation of plant habitus and yield of lavender inflorescences, the expediency of the autumn planting period was established. It was proved that the planting scheme of 60×60 cm yielded the best yield of inflorescences per hectare, despite the fact that the plant habit was almost identical to the scheme of 75×75 cm. The excess of yield in the variants planted according to the 60×60 cm scheme was due to a larger number of plants per unit area. Thus, the optimum yield of narrow-leaved lavender inflorescences was provided by the variants of the autumn planting period according to the 60×60 cm scheme, the yield on average over the years of research for the third year of vegetation was 4.9 t/ha, i.e. 0.2 t/ha more than in the control. As a result of the records, observations and analyzes during the three years of lavender narrow-leaved vegetation, the expediency of growing the crop in the Western Forest-Steppe on low-humus black soil of heavy loamy mechanical composition was established.

Key words: narrow-leaved lavender, propagation by cuttings, growth biostimulant, planting period, planting scheme, inflorescence yield.

References

1. Frolova N. E., Ukrainets A. I. (2010). Pererobka efirnykh olii dlia otrymannia naturalnykh kharchovykh aromatyzatoriv. Nauka ta innovatsii. [Processing of essential oils to produce natural food flavors. Science and innovation.] T. 6, № 2. 36–40. [in Ukrainian].
2. Zhi-JingNi., Xin Wang., YiShena. et al. (2021). Recent updates on the chemistry, bioactivities, mode of action, and industrial applications of plant essential oils. Trends in Food Science & Technology. Vol. 110. 78–89. Zarubizhni vcheni pro oliiu
3. Mirzoieva T. V. (2020). Tendentsii rozvytku vyrobnytstva likarskykh, prianykh i efirooliinykh roslyn v Ukraini. Novitni tekhnologii u naukovii diialnosti i navchalnomu protsesi : zb. tez Vseukr. nauk.-prakt. konf. studentiv, aspirantiv molodykh uchenykh [Tendencies in the development of production of medicinal, spicy and essential oil plants in Ukraine. Newest technologies in scientific activity and educational process: collection of abstracts of the All-Ukrainian scientific and practical conference of students, postgraduate students and young scientists] (Chernihiv, 8–9 kvit. 2020 r.) : zbirnyk tez dop. Chernihiv. S. 393–396. [in Ukrainian].
4. Svydenko L., Yezhov V. (2015). Perspektyvy vyroshchuvannia deiakykh efirooliinykh kultur u Stepu Pivdennomu. Visnyk ahrarnoi nauky. [Prospects of growing some essential oil crops in the Southern Steppe. Bulletin of Agrarian Science.] Tom 93, № 6. S. 20–24. [in Ukrainian].
5. Vozhehova R.A., Lykhovyd P. V., Biliaieva I.M., Boitseniuk Kh.I. (2021). Sortovyi sklad efirooliinykh kultur, prydatnykh dlia vyroshchuvannia na Pivdni Ukrainy Ahrarni innovatsii. [Varietal composition of essential oil crops suitable for cultivation in the South of Ukraine Agrarian Innovations.]. №9. S.57–60. [in Ukrainian].
6. Zinoviev V. S., Manushkina T. M. (2018). Osoblyvosti vyroshchuvannia sortiv lavandy vuzkolystoi (Lavandula angustifolia Mill.) v umovakh Pivdnia Ukrainy. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykyly dlia ahrarnoi nauky ta osvity : materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, [Features of cultivation of narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia Mill.) varieties in the conditions of Southern Ukraine. Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education: materials of the international scientific and practical conference.] m. Kyiv, 13-14 bereznia 2018 r. K. Ahrosvita, S. 376–377. [in Ukrainian].
7. Manushkina T. M. (2017). Osoblyvosti vyroshchuvannia lavandy vuzkolystoi (Lavandula angustifolia Mill) v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. Stan i perspektyvy vprovadzhennia resursooshchadnykh, enerhozberihaiuchykh tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur : materialy II mizhnar. naukovo-praktychnoi konferentsii, [Peculiarities of growing narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia Mill) in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. The state and prospects of implementation of resource-saving, energy-saving technologies for growing crops: materials of the II international scientific and practical conference.] (m. Dnipro, 15–16 lystopada 2017 r.) Dnipro : DDAEU. S. 76–78. [in Ukrainian].
8. Mirzoieva T. (2019). Ekonomichni aspekty vyrobnytstva likarskykh efirooliinykh kultur. Ekonomika ta upravlinnia natsionalnym hospodarstvom. [Economic aspects of the production of medicinal essential oil crops. Economics and management of the national economy.]. Vypusk № 3 (71). (chastyna 1). S. 79–84. doi: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-3-12>. [in Ukrainian].

9. Biologhiia ta ekolohiia silskohospodarskykh roslyn: Pidruchnyk [Biology and ecology of agricultural plants: A textbook] / V. D. Palamarchuk, I. S. Polishchuk, S. M. Kalenska, L. M. Yermakova. (2013). Vinnytsia. 713 s. [in Ukrainian].

10. Bielova I. V., Hlumova N. V., Karpova H. Ya. (2010). Osoblyvosti formuvannia zakhysnoi vidpovidi efirooliinykh roslyn na diiu nyzkykh temperatur i mozhlyvist vykorystannia ekzohennykh fiziolohichno aktyvnykh rehovyn dlia yikh aktyvatsii. Materialy KHI konferentsii molodykh vchenykh «Naukovi, prykladni ta osvichni aspekty fiziolohii, henetyky, biotekhnolohii roslyn i mikroorhanizmiv» [Peculiarities of the formation of the protective response of essential oil plants to low temperatures and the possibility of using exogenous physiologically active substances for their activation. Materials of the XI Conference of Young Scientists ‘Scientific, Applied and Educational Aspects of Physiology, Genetics, Biotechnology of Plants and Microorganisms’] (Kyiv, 22–24 chervnia 2010 r.) Kyiv. S. 18–25. [in Ukrainian].

11. Kutsela T. M., Kutsela O. Ya. (2008). Introduktsiia ta aklimatyzatsiia Lavandula angustifolia Mill. v umovakh dendrolohichnoho parku «Druzhba». Visn. Prykarp. nats. un-tu im. V. Stefanyka. [Introduction and acclimatization of Lavandula angustifolia Mill. in the conditions of Druzhba dendrological park. Visnyk of the Carpathian National University named after V. Stefanyk.] Ser. biol. № 12. S. 47–49. [in Ukrainian].

12. Abou El-Magd, M. M., Zaki, M. F. Habou Hussein, S. D. (2008). Effect of Organic Manure and Different Levels of Saline Irrigation Water on Growth, Green Yield and Chemical Content of Sweet Fennel. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2 (1), 90–98.

13. Rudnyk-Ivashchenko O. I., Kremenчук R. I. (2017). Lavanda vuzkolysta (Lavandula angustifolia) u Lisostepovii zoni Ukrainy. Materialy Mizhnarodnoi naukovo- praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh i spetsialistiv (25-26 travnia 2017 r. m. Dnipro) Instytut zernovykh kultur. [Narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia) in the forest-steppe zone of Ukraine. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists (May 25-26, 2017, Dnipro) Institute of Cereals.] TOV «Nilan-LTD». S. 135–136. [in Ukrainian].

14. Kremenчук R. I. (2017). Vplyv stymulatoriv rostu na ryzohenez zhyvtsiv lavandy vuzkolystoi (Lavandula angustifolia). Mizhvidomchyi tematychnyi zbirnyk Sadivnytstvo. [Effect of growth stimulants on the rhizogenesis of cuttings of narrow-leaved lavender (Lavandula angustifolia). Interdepartmental thematic collection Horticulture.] Kyiv. № 72. 172–178. [in Ukrainian].

15. Mykhalska L. M., Shvartau V. V., Kremenчук R. I. (2018). Fitomelioratyvni vlastyvoli roslyn Lavandula angustifolia L. za umov vyroshchuvannia u zoni Lisostepu Ukrainy. Visnyk ahrarnoi nauky. [Phytomeliorative properties of Lavandula angustifolia L. plants under conditions of cultivation in the forest-steppe zone of Ukraine. Bulletin of Agrarian Science.]. № 10. 55-60. [in Ukrainian].

УДК 633.15:631.559]:551.583

Поліщук М. І.*кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, завідувач кафедри землеробства, ґрунтознавства
та агрохімії,**Заклад вищої освіти «Вінницький національний аграрний університет»
Вінниця, Україна***E-mail:** polishchuk.mikhaylo@ukr.net**ORCID:** 0000-0002-6021-6124**Хавхун А. А.***аспірантка I року денної державної
форми навчання зі спеціальності 201 Агрономія,
Заклад вищої освіти «Вінницький національний аграрний університет»
Вінниця, Україна***E-mail:** khavkhun00@ukr.net**ORCID:** 0000-0001-7178-3151

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

Анотація

У статті проаналізовано шляхи підвищення врожайності гібридів кукурудзи в умовах потепління клімату. В Україні вирощувати кукурудзу потрібно враховуючи кліматичні умови. Актуальність даної проблематики визначається тим, що кукурудза в Україні одна з найбільш урожайних культур, яка використовується у промисловості і сільському господарстві. Відповідно до цього потрібно створити умови та правильний підбір гібридів, способів та термінів сівби, норми висівання, живлення, догляд в умовах потепління. Використовується кукурудза у різноманітних цілях: продукти харчування, добриво, біопаливо, корм та сировина, а значить є велика потреба у вирощуванні цієї культури. Доведено, що кукурудза має агротехнологічне значення, бо очищує ґрунт. Метою статті є аналіз основних шляхів вдосконалення врожайності гібридів кукурудзи та стану вирощування цієї культури в умовах потепління клімату та повномасштабної війни. У результаті виявлено стан справ у даній сфері та встановлено, що показники посівів, врожаю, експорту кукурудзи вражали за умови різноманітних шляхів обробки, покращення умов для росту. Методологія дослідження включає сукупність методів наукового пізнання: синтезу, описовий, порівняльний та логічний, що дають змогу охарактеризувати дану проблематику, систематизувати, виявити особливості, проблеми та подальші перспективи. В умовах збройної агресії росії від 24 лютого 2022 року посівна кукурудзи і загалом культур зазнала змін. Більшість земель України зіткнулись з обстрілами, мінуванням, проблемами з логістикою, нестача палива. Виявлено, що врожайність буде меншою, аніж у попередні роки. У статті охарактеризовано усі можливі шляхи підвищення урожайності, показники, цифри та прогнози в умовах війни. Основні результати подають повну характеристику особливостей вирощування гібридів кукурудзи в умовах потепління. Висновки дослідження вказують на важливість дотримання потрібних стандартів для вирощування такої культури, як кукурудза, в умовах потепління. Дане дослідження може бути використано як важливий матеріал аграрного характеру для студентів, викладачів, фахівців аграрного сектору. Практичне значення полягає у результатах та висновках дослідження, а також його подальших наукових пошуках.

Ключові слова: гібриди кукурудзи, кліматичні умови, шляхи підвищення врожайності, прогнози, урожайність, економічна ефективність.

Вступ. Кукурудза займає у сучасному землеробстві провідне місце. Вона широко використовується, має значну врожайність та є високоенергетичним кормом у світі. Так, за останні 10 років посівна площа кукурудзи в Україні збільшилася майже у два рази та становить близько 5 млн га [9].

Виявлено, що сьогодні зернова кукурудза розміщена за природно економічними зонами України не повною мірою дає ефективні використання біокліматичного і економічного потенціалів для нарощування виробництва зерна. А це, своєю чергою, зумовлює необхідність подальшого вдосконалення розміщення та шляхів вирощування цієї культури в окремих регіонах країни. Також поряд з цим помітне потепління клімату, яке впливає на врожайність гібридів кукурудзи.

Велика кількість дослідників займалися питанням дослідження питання вирощування гібридів кукурудзи в різних умовах. Зокрема, Паламарчук В.Д. та ін. (2020) акцентували увагу технології вирощування, яку назвав безперервним ланцюжком, що складається з великої кількості процесів і поєдную їх всіх, результат передбачає ефективний урожай.

Собко З.З., Возник Н.М. (2018) виявили вплив кліматичних і агрометеорологічних чинників на показники росту кукурудзи. До них віднесли: глобальне потепління, підвищення температури повітря, часове зрушення розвитку природних процесів, зміни тривалості сезонів року та ін.

Дослідниця Серєда О. (2021) надає цікаві дані: «Кукурудзу зазвичай вирощують у регіонах з переважно позитивними температурами і теплим кліматом. Продуктивність кукурудзи є комплексним фактором, що залежить від співвідношення між різними небіологічними, біологічними факторами та різними компонентами структури рослин. Урожайність зерна кукурудзи коливається від 7,9 до 12,2 т/га. Слід зазначити, що потенційна врожайність становить 12–15 т/га» [8].

Liang S. (2019) висвітлює роль використання азоту на збільшення врожаю кукурудзи під час зміни кліматичних умов. Крім того, зобразив увесь процес методом моделювання. Araya A. (2017) провела дослідження щодо суттєвої різниці між продуктивністю зрошувальної води за різних дат посіву, але включаючи невелику тенденцію до покращення продуктивності зрошувальної води за дефіцитного поливу за раннього посіву порівняно зі звичайним і пізнім посівом і вказала ці показники. Prasad R. (2018) використав у своїх наукових пошуках зменшені кліматичні прогнози, які визначили вплив екстремального клімату на ріст і розвиток кукурудзи в 21-му столітті на півночі США та вперше характеризує місцеві відмінності у швидкості спаду весняного та осіннього морозу. Oludare Sunday (2020) подав корисну інформацію адаптаційні заходи, які можуть бути реалізовані зацікавленими сторонами та політиками, щоб зрівноважити вплив зміни клімату на рослинництво. Hausfather Z. (2020) охарактеризував кліматичні зміни у світі, їхні особливості і майбутні прогнози на стан посівів у різних кліматичних поясах. Hatfield J. (2018) зобразив оцінки підвищенням температури на зменшення врожайності. Зокрема, висвітлює модель ефективності врожайності кукурудзи для задоволення попиту у всьому світі для яких необхідні нові практики адаптації пов'язані із забезпеченням водою зростаючі культури та уникнути екстремальних температурних коливань протягом вегетаційного періоду. Höhne N. (2020) здійснив аналіз викидів у повітря і їхній негативний вплив на природний баланс. Newton R. (2016) подав у своєму дослідженні опитування щодо впливу потепління на льодовики, як зміниться дана ситуація в майбутньому і які наслідки матиме для врожаю. Turetsky M. (2020) проаналізував стабілізацію відтавання льодовиків поглинання вуглецю ґрунтом шляхом відростання рослинності. Зокрема, зобразив моделі, які розглядають лише поступове відтавання вічної мерзлоти, викиди вуглецю від танення вічної мерзлоти. Zelinska M. (2020) займалась питанням кліматичної чутливості і реакції глобальної температури поверхні на подвоєння CO₂.

Мета роботи. Метою дослідження є виявлення основних критеріїв підвищення ефективності росту кукурудзи як однієї з провідних культур в Україні, охарактеризувати проблеми та перспективи її існування в різних умовах.

Можливо припустити, що рівень адаптації кукурудзи напряму залежить від кліматичних умов, створених умов, підбору гібридів, способів і термінів сівби, норм висівання, живлення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріали та методи досліджень. Для проведення досліджень були використані статистичні дані врожайності сільськогосподарської культури кукурудзи. Головним управлінням виступили дані зібрані Yara International ASA щодо всесвітнього виробництва кукурудзи, кліматичних та агрометеорологічних показників за період 2023 року.

Зокрема, залежність урожайності в умовах потепління дослідженні через статистичні показники, а саме:

- коефіцієнт кореляції (r), який вказує на лінійну залежність між Y та X ;
- коефіцієнт детермінації.

Якщо позначити «+» кореляцію, то при зростанні X зростає Y .

Використані статистичні методи оцінки експериментальних даних, оскільки посилання на наукові джерела можуть мати відхилення через об'єктивні чи суб'єктивні причини.

Методологія дослідження включає сукупністю методів наукового пізнання: синтезу, описовий, порівняльний та логічний, що дають змогу охарактеризувати дану проблематику, систематизувати, виявити особливості, проблеми та подальші перспективи.

Значний приріст по виробництву кукурудзи став 2021–2022 рік. Зерна кукурудзи всього було зібрано 1206 млн. т., а це близько на 83 млн. т. збільшилось за минулий сезон. З 2011 року виробництво кукурудзи збільшилось приблизно на 33%. Щорічно у світі кукурудзи виробляється більше, ніж будь-яких інших злакових культур. Більша частина кукурудзи вирощується у США та Китаї, які забезпечують відповідно 35% та 21% світового виробництва кукурудзи. Головними експортерами кукурудзи є США, Аргентина, Бразилія та Україна. У 2017 році ці країни відправили на експорт понад 1,2 млн. тонн кукурудзи. Мексика – друга у світі країна-імпортер, яка закупає кукурудзу у США та Аргентини. 16 країн Європи на площі близько 391 тис га вирощували кукурудзу для виробництва силосу. Україна та Хорватія є основними виробниками кормової кукурудзи у Європі 6,97 та 1,28 млн т відповідно [2].

Головною причиною є те, що збільшилось населення планети. Близько 12% кукурудзи світу використовують з продовольчою метою, а 60% – на корм для птахівництва та тваринництва. Аналіз динаміки виробництва кукурудзи зображено у табл. 1 [10].

Аналізуючи дані з таблиці, ми спостерігаємо, що США має найкращі показники розвитку вирощування культури серед інших країн. Виробництво кукурудзи у світі збільшується за рахунок збільшенням посівних площ, а саме у Китаї збільшилось на 2,1 млн. га, у США – на 1,2 млн. га, у Бразилії – на 0,9 млн. га. Об'єм виробництва кукурудзи цих та інших країн з великими площами у світі становить 770 млн. т., або близько 64% від світового [10].

Таблиця 1. Динаміка виробництва кукурудзи у світі за 2012/2013–2021/2022 маркетингові роки, млн т

Країни	Маркетингові роки									
	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020	2020/ 2021	2021/ 2022
Україна	21,03	30,69	28,26	23,41	27,9	24,64	25,81	35,62	30,63	41,79
США	274,01	349,63	360,57	346,12	384,71	370,79	362,42	346,55	359,1	383,69
Китай	229,18	248,05	250,32	264,97	263,59	258,99	257,34	260,77	261,01	272,44
Бразилія	81,33	90,03	84,35	67,49	98,41	82,86	101,05	101,29	87,77	113,74
Аргентина	26,88	26,02	29,74	29,68	40,96	32,86	51	51,02	51,54	52,99
Індія	22,23	24,22	24,11	22,62	25,91	28,71	27,76	28,9	31,67	32,49
Мексика	21,53	22,85	25,5	26	27,57	27,57	27,62	26,69	27,35	27,6
Франція	15,4	15,05	18,18	13,69	13,01	14,45	12,74	13,01	13,63	15,34
Канада	13,03	14,17	11,68	13,68	13,89	17,09	13,86	12,8	11,68	12,7
Південна Африка	12,37	14,87	11,1	10,5	17,53	13	11,57	15,9	16,93	16,31

Новітня класифікація кукурудзи встановлює нові таксономічні одиниці: видова назва – кукурудза *Zea mays* L., клас Однодольних Liliopsida, порядок Тонконогові (Poales), родина Злакові (Poaceae), рід Кукурудза (*Zea*).

Всякий підвид складатиметься від 5 до 25 варіацій. Всього описано 83 різних видів кукурудзи [8].

Кукурудзу вирощують в континентальному чи перехідному ближче до морського клімату. В США культуру вирощують в північних штатах, оскільки там більша врожайність та зерно більш якісне. Ця культура також досить поширена і у штаті Флорида. Важливо зазначити той факт, що кліматичні показники «кукурудзяного поясу» Америки (кордон між США та Канадою) і центральної частини України є схожими, оскільки вони знаходяться практично на одній широті.

За останні роки через безсильне використання генетичної здібності гібридів та превисоку енергоємність техніки вирощування досить погіршилася ситуація з виробництвом зерна кукурудзи. Однією з основ малого рівня виконання потенційної продуктивності аграрних культур є безсильна раціональність технічних заходів пристосування до гібридних регіонів [8].

Таблиця 2. Частка кукурудзи в структурі посівних площ країн світу в 2021/2022 маркетинговому році

№	Країна	Посівна площа кукурудзи, млн га	Площа ріллі, млн га	Частка кукурудзи в структурі посівних площ, %
1.	Україна	5,47	34	16,1
2.	США	34,56	157,7	21,9
3.	Китай	43,32	119,9	36,3
4.	Бразилія	20,80	55,8	37,3
5.	Канада	7,00	38,6	13,3

Та важливим було і залишається підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Для цього потрібно використовувати науково обґрунтований склад посіву площ та раціональну сівозміну. А це дає змогу підвищити врожайність культур та її прибутковість, покращити санітарний стан посівів, регулювати водний та поживний режими.

Таблиця 3. Аналіз експорту кукурудзи [1]

Роки	Залишки на початок періоду, млн т	Виробництво, млн т	Імпорт, млн т	Внутрішнє споживання (кормові), млн т	Внутрішнє споживання (загалом), млн т	Експорт, млн т	Залишки на кінець періоду, млн т
2020/2021	1,48	30,3	0,02	5,9	7,1	23,26	0,83
2021/2022 оцінка	0,83	42,3	0,02	10,2	11,4	27,0	4,57
2023/2023 прогноз	4,57	31,5	0	9,5	10,7	15,5	9,87

На вирощування кукурудзи впливає немало факторів, зокрема кліматичні умови. Те, що здавалося неможливим 20 років тому назад, зараз реальністю стало. Агрокліматичну мапу України змінюють усе більше і більше глобальні кліматичні процеси. На території України відбуваються суттєві та реальні зміни погоди-кліматичних факторів. Про це повідомляє Інститут економіки та прогнозування НААНУ і запевняє, що середня температура доби збільшується щонайменше на 0,3–0,4°C.

Помінялася не лише у регіонах сума активних температур, а й відбулися різкі зміни добового температурного режиму. Наприклад, улітку в багатьох областях висока температура (30–34°C) вдень сильно змінюється вночі (13–15°C). І як наслідок цього, у такому перепаді температури рослин розвиток помітно порушується [9].

Спеціалісти-кліматологи стверджують, що в Україні розвиваються різкі кліматичні зміни у напрямі континентального типу клімату. Та найбільша загроза для землеробства будь-якої країни, зокрема України є чинник нестаток вологи. Його руйнівна сила виявляється у вигляді висаджу вальних посух ґрунту та рослин. Брак вологи підсилюється ще й розподілом опадів, яке є нерівномірним та приходять все частіше у вигляді сильної зливи.

Відповідно, ситуація, що триває у галузі виробництва кукурудзи, вже зараз примушує аграріїв шукати нові шляхи і критерії оцінки генетики сучасних гібридів, їх зональний перерозподіл за групами ФАО, типом зерна, посухостійкістю, інтенсивністю вологовіддачі, холодостійкістю тощо [9].

Від впливу факторів та дії на рослин елементів агротехнології у комплексі залежить продуктивність вирощування кукурудзи. Серед основних факторів впливу є:

- підбір відповідної системи для удобрення культури;
- вибір належних гібридів культури (наприклад, занадто ранньостиглі гібриди дають можливість швидко звільнити поле для обробітку під наступну культуру, та не дозволяють в повній мірі окупити витрати агротехнології вирощування культур; а вирощування більш пізньостиглих гібридів 36 кукурудзи не дає повністю використати їх потенціал продуктивності, так як в ґрунті запаси вологи зони нестійкого зволоження є вичерпними, таким чином і в другій половині вегетаційного періоду кукурудзи досліджується дефіцит вологи в ґрунті та значна нестача опадів);
- ознайомлення з особливостями створення найкращого агрофітоценозу (у зв'язку з тим, що більш ранньостиглі гібриди можна вирощувати за обставин вищої густоти посівів, а більш пізньостиглі – вимагають більш кращих умов для розташування рослин);
- знаходження закономірностей формування урожаю зерна та його якості [7].

Для того, щоб досягнути конвеєрне дозрівання й не потрапити в посуху у фазі цвітіння, то потрібно висівати гібриди різних груп стиглості. Наприклад, для Степу варто 30 – середньоранньої, 25% ранньостиглої групи, 10–15% середньопізньої та 30 – середньостиглої. Для Лісостепу – 25% ранньостиглої групи, 40 – середньоранньої, 35 – середньостиглої. Для Полісся рекомендують 40-30% середньоранньої та 60-70% ранньостиглої групи.

У встановлений агротехнічний термін повинен бути висів насіння у досить прогрітий ґрунт. На глибині ґрунту 5-10 см при +8...+12 °С настає час для сівби кукурудзи, що для України за календарним періодом триває з 15 квітня по 10 травня. Негативним є запізнення із сівбою кукурудзи. Адже після оптимального строку знижується врожайність на 1%; тобто запізнення на тиждень відбувається зниження 7%, на два тижні – на 14%, на три тижні – на 21% [9].

Є труднощі, з якими борються аграрії у висіванні кукурудзи. Власне, це такі проблеми, як експлуатації ґрунтових ресурсів характеризується порушенням у сівозмінах і використанні сільськогосподарських угідь, дисбалансом біохімічних речовин й енергії в агроєкосистемах, недосконалістю та недостатністю протиерозійних заходів. Це значно знижує показники родючості та шляхи підвищення врожайності. Загальноприйняті системи ведення землеробства в умовах війни супроводжуються значними втратами гумусних речовин й інших поживних компонентів, що є очевидним, але негативним фактором. Очевидно, що загальний стан навколишнього середовища бажає кращого.

Погіршення балансу водного, повітряного, лісового, ґрунтового просторів супроводжує забруднення радіонуклідами та продуктами розпаду агрохімічних препаратів (добрив, пестицидів та ін.), посилення ерозійних процесів ґрунту і саме це перешкоджає усім можливим шляхом підвищення родючості та культивуванню сільськогосподарських рослин, зокрема, кукурудзи.

Однією з проблем є також нераціональне і неправильне використання органічного та мінерального підживлення, що призводить до накопичення у сільськогосподарських рослинах продуктів їх розпаду. Крім того, такі дії здатні індукувати прояви певних захворювань у живих організмі, що безпосередньо впливають на вирощування кукурудзи. Така ситуація може виникнути у випадку нехтування основними вимогами до умов зберігання, транспортування та застосування, порушення агротехнологій (норм, строків) використання мінеральних туків.

Від 24 лютого 2022 року аграрії України працюють в надзвичайно складних умовах повномасштабної війни, доводиться пристосовуватись та продовжувати працювати. За цей період 2022–2023 років відбувалися такі складнощі: падіння темпів експорту, труднощі логістики, енергетична криза, здорожчання матеріально-технічного забезпечення. Велику частину території аграрії не можуть використовувати для посівів через ведення бойових дій, замінування або тимчасову окупацію територій. Та все ж, посіви здійснюються. Однак, показники врожаю будуть лише зменшуватись через труднощі. Ще до війни кукурудза була одним із найпопулярніших культур в Україні і займала друге місце. Така популярність викликана попитом у світі і сприятливими умовами в Україні для її вирощування.

Сьогодні частка вирощування кукурудзи зменшилась і на це є свої причини. Економічна правда подає такі дані:

По-перше, через блокування українських портів, та зниження цін на внутрішньому ринку.

По-друге, через підвищення собівартості вирощування, сушіння (зростання ціни на природний газ також має суттєвий вплив на тарифи) та доопрацювання продукції (живлення кукурудзи потребує внесення азотних добрив, які подорожчали на 50%).

У результаті, якщо станом на 2021 рік сільськогосподарські площі кукурудзи склали 5,4 млн гектар, то, згідно з даними державної служби статистики України, у 2022 році вони зменшилися до 4,5 млн гектар, тобто фактично на 17%. В цьому році ми очікуємо зменшення площ посівів кукурудзи до 3,4 млн гектар.

Висновки. В Україні сільськогосподарська галузь потребує покращення ситуації своєї конкурентоспроможності. Цей процес може відбуватися за умов покращення розвитку шляхів підвищення врожайності культур. Важливим фактором успіху є постійне оновлення технологій, адже сьогодні є велика різноманітність їх, які потрібно переосмислювати. Важливим залишається формування такої економічної політики, що б могла сприяти економічному конкурентному росту. За таких обставин, як підходящі кліматичні умови, конкурентність та бажанні можливе вдосконалення та підвищення ефективності вирощування кукурудзи, що є джерелом економічного росту.

Шляхів підвищення врожайності для гібридів кукурудзи в умовах потепління є достатньо багато і залежать вони від кількох факторів. Насамперед, це природні умови, у яких перебуває культура. В Україні вони достатньо сприятливі навіть у особливо посушливі періоди. Волога, яка міститься в ґрунті і регулярні опади забезпечують це. Безперечно, до шляхів збільшення показників вирощування кукурудзи можна віднести й боротьбу з шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. Тож варто застосовувати спеціальні технології. У сучасних умовах повномасштабної війни важливо не допускати зменшення посівних площ для збереження врожайності важливо використовувати оригінальні високотехнологічні продукти.

Інноваційні рішення передбачають в тому числі економне використання людських та матеріальних ресурсів. Аграрна справа, зокрема посівні площі кукурудзи та інших культур, завжди залишатимуться фундаментом української економіки. І зараз вони, як ніколи, потребують допомоги, особливо у деокупованих та прифронтових регіонах.

Список використаних джерел

1. Аналітична довідка про зерновий ринок та стан потужностей для зберігання зерна в Україні. URL: <https://kmzindustries.ua/news/analitichna-dovidka-pro-zernovij-rinok-ta-stan-potuzhnostej-dlja-zberigannja-zerna-v-ukraini-stanom-na-30-listopada-2022-r> (дата звернення: 29.05.2023).
2. Дані Yara. Світове виробництво кукурудзи. URL: <https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/key-facts/world-production/> (дата звернення: 29.05.2023).
3. Корнійчук О.В. Повторна сівба кукурудзи в короткоротаційних сівозмінах. Ризики та доцільність. *Агроном*. URL: <https://www.agronom.com.ua/povtorna-sivba-kukurudzy-v-kortkorotatsijnyh-sivozminah-ryzyky-ta-dotsilnist/> (дата звернення: 29.05.2023).
4. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Вплив строків сівби, густоти рослин та абіотичних факторів на формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Лісостепу Західного. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 31–38
5. Островський Л.Л., Ямковий І.О. Високопродуктивні гібриди кукурудзи. *Агроном*. 2014. № 1. С. 130–134.
6. Савченко Н. Битва за урожай: як українським аграріям адаптуватись до умов війни. *Економічна правда*. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/13/699108/index.amp> (дата звернення: 29.05.2023).
7. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.
8. Середа О. Оптимізація технології вирощування кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України : дис. Тернопіль, 2021. 56 с.
9. Ткачук О., Бондаренко М. Екологічна оцінка повторних посівів кукурудзи в Україні. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 24. С. 182–191.
10. ТОП-10 країн виробників кукурудзи у 2021/22 м.р. URL: <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr> (дата звернення: 29.05.2023).
11. Філіпов Г.Л. Оцінка генотипів кукурудзи на стійкість до загушення посівів. *Агроном*. 2015. № 1. С. 112–115.

Polishchuk M. I.

*Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor, Head of the Department of Agriculture,
Soil Science and Agrochemicals,
Institution of Higher Education "Vinnytsia National Agrarian University"
Vinnytsia, Ukraine
E-mail: polishchuk.mikhaylo@ukr.net
ORCID: 0000-0002-6021-6124*

Khavhun A. A.

*Postgraduate student of the first year of full-time state
forms of study in the specialty 201 Agronomy,
Institution of Higher Education "Vinnytsia National Agrarian University"
Vinnytsia, Ukraine
E-mail: khavkhun00@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7178-3151*

WAYS TO INCREASE THE YIELD OF CORN HYBRIDS IN CONDITIONS OF CLIMATE WARMING

Abstract

The article analyzes the ways to increase the yield of corn hybrids in conditions of climate warming. In the conditions of an unstable and changing climate, an equally important characteristic of corn is stress resistance. Corn must be grown in Ukraine taking into account the climatic conditions. The relevance of this issue is determined by the fact that corn in Ukraine is one of the most productive crops used in industry and agriculture. Corn is used for various purposes: food, fertilizer, biofuel, fodder and raw materials, which means there is a great need for growing this crop. In particular, corn has agrotechnological significance as it cleans the soil. As a result of the analysis of the state of affairs in this area, it was established that the indicators of sowing, harvest, export of corn were impressive under the condition of various ways of processing, improvement of conditions for growth. The main aim of the article is to analyze the main ways of improving the yield of corn hybrids and the state of cultivation of this crop in the conditions of climate warming and full-scale war. Research methodology includes a set of methods of scientific knowledge: synthesis, descriptive, comparative and logical, that make it possible to characterize this problem, systematize, identify features, problems and further prospects. The conditions of Russia's armed aggression from February 24, 2022, the sowing of corn and crops in general underwent changes. Most of the lands of Ukraine faced shelling, mining, problems with logistics, lack of fuel. It is worth noting that the yield will be lower than in the previous ones. The article describes all possible ways to increase productivity, indicators, figures and forecasts in wartime conditions. According to conclusions, in the coming years, the entire global increase in the production of plant products will be achieved due to selection, that is, new varieties or hybrids, their useful properties and quality indicators. At the current stage of agricultural development, hybrids are the most important element of innovative technologies. The research findings can be used as materials for further research and as agricultural information for students, teachers, and agricultural specialists.

Key words: corn hybrids, climatic conditions, ways of increasing productivity, forecasts, fertilization, cost effectiveness.

References

1. Kulakovska, N. (2022). Analitichna dovidka pro zernovyy rynek ta stan potuzhnostey dlya zberihannya zerna v Ukrayini [Analytical report on the grain market and the state of grain storage facilities in Ukraine]. Retrieved from <https://kmzindustries.ua/news/analitichna-dovidka-pro-zernovij-rinok-ta-stan-potuzhnostej-dlja-zberigannja-zerna-v-ukraini-stanom-na-30-listopada-2022-r> [in Ukrainian].
2. Yara International ASA (2023). Svitove vyrobnytstvo kukurudzy [World corn production]. Retrieved from <https://www.yara.ua/crop-nutrition/maize/key-facts/world-production/> [in Ukrainian].
3. Korniihuk, O.V. (2023). Povtorna sivba kukurudzy v korotkorotatsiynih sivozminakh. Ryzky ta dotsilnist. [Re-sowing of corn in short-rotational crop rotations. Risks and Feasibility.]. *Ahronom*. Retrieved from <https://www.agronom.com.ua/povtorna-sivba-kukurudzy-v-korotkorotatsiynih-sivozminah-ryzky-ta-dotsilnist/> [in Ukrainian].
4. Moldovan, Z. A., & Sobchuk, S. I. (2016). Vplyv strokiv sivby, hustoty roslyn ta abiotychnykh faktoriv na formuvannya vrozhaynosti zerna hibrydiv kukurudzy riznykh hrup styhlosti v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Influence of sowing dates, plant density and abiotic factors on the formation of grain yield of corn hybrids of different maturity groups in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 11, 31–38 [in Ukrainian].
5. Ostrovsky, L.L., & Yamkovy, I.O. (2014). Vysokoproduktyvni hibrydy kukurudzy [High-yielding corn hybrids]. *Agronomist*, 1, 130-134 [in Ukrainian].
6. Savchenko, N. (2023). Bytva za urozhay: yak ukrayins'kym ahraryiam adaptuvatys' do umov viyny [The battle for the harvest: how Ukrainian farmers can adapt to the conditions of war]. *Economic truth*. Retrieved from <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/04/13/699108/index.asp> [in Ukrainian].
7. Saiko, V. F. (2008). Naukovi osnovy zemlerobstva v konteksti zmin klimatu [Scientific foundations of agriculture in the context of climate change]. *Herald of Agrarian Science*, 11, 5–10 [in Ukrainian].
8. Sereda, O. (2021). Optyimizatsiya tekhnolohiyi vyroshchuvannya kukurudzy v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrayiny [Optimization of corn cultivation technology in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Ternopil*, 56 [in Ukrainian].
9. Tkachuk, O., & Bondarenko, M. (2020). Ekolohichna otsinka povtornykh posiviv kukurudzy v Ukrayini [Ecological evaluation of repeated sowing of corn in Ukraine]. *Agriculture and forestry*, 24, 182–191 [in Ukrainian].
10. Demchuk, V. (2022). TOP-10 krayin vyrobnykiv kukurudzy u 2021/22 m.r. [TOP-10 corn producing countries in 2021/22]. Retrieved from <https://latifundist.com/rating/top-10-krayin-virobnikiv-kukurudzi-2021-22-mr> [in Ukrainian].
11. Filipov, G. L. (2015). Otsinka henotypiv kukurudzy na stykist' do zahushchennya posiviv [Assessment of maize genotypes for resistance to crop thickening]. *Agronomist*, 1, 112–115 [in Ukrainian].



ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 656.11

Любий Є. В.

кандидат технічних наук,
доцент кафедри транспортних систем і логістики,
Заклад вищої освіти «Харківський національний автомобільно-дорожній університет»
Харків, Україна
E-mail: lion_khadi@ukr.net
ORCID: 0000-0003-0681-0920

Белецька О. М.

аспірантка кафедри транспортних систем і логістики,
Заклад вищої освіти «Харківський національний автомобільно-дорожній університет»
Харків, Україна
E-mail: olya.krasotova@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6256-8705

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИЌЗДІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ПРИЛЕГЛИХ ТЕРИТОРІЙ У МІСТАХ УКРАЇНИ

Анотація

У статті розглядаються існуючі варіанти організації дорожнього руху на виїздах з прилеглих до магістральних вулиць територій в українських містах, оскільки вони характеризуються складністю організації ефективного руху транспортних засобів на них і, відповідно, великою кількістю конфліктів. Значна кількість затримок транспортних засобів під час руху вулично-дорожньою мережею міста відбувається на перехрестях і підходах до них. Затримки ТЗ на перехрестях зумовлюють не тільки непрямі витрати водіїв, що виражаються у втраті часу, дискомфорті та стомлюваності, але й прямі – витрати палива на холостих обертах двигуна під час зупинок. Велика і різноманітна кількість варіантів облаштування виїздів з прилеглих територій на магістральні вулиці свідчить про неповне вирішення цього питання з погляду ефективності організації дорожнього руху та про можливість використання індивідуального підходу до вирішення цього питання на кожному окремому об'єкті.

Ключові слова: затримки транспортних засобів, прилеглі території, організація дорожнього руху, транспортний потік, регульовані і нерегульовані перехрестя.

Вступ. Найбільша увага вчених і спеціалістів галузі організації та безпеки дорожнього руху в містах прикута до розв'язання проблемних питань на перехрестях, оскільки вони характеризуються складністю організації ефективного руху транспортних засобів (ТЗ) на них і, відповідно, великою кількістю конфліктів. Перехрестя – це місце перехрещення, прилягання або розгалуження доріг на одному рівні, межею якого є уявні лінії між початком заокруглень країв проїзної частини кожної з доріг [1]. Звісно, що лівова частка затримок ТЗ під час руху вулично-дорожньою мережею (ВДМ) міста, відбувається на перехрестях і підходах до них. Затримки ТЗ на перехрестях зумовлюють не тільки непрямі витрати водіїв, що виражаються у втраті часу, дискомфорті та стомлюваності, але й прямі – витрати палива на холостих обертах двигуна під час зупинок.

Але слід також зауважити, що на міській ВДМ ще існують «вузькі» місця з погляду ефективної організації дорожнього руху (ОДР), а саме виїзди з прилеглої території на магістральні вулиці. Згідно з [1], прилеглою є територія, що прилягає до краю проїзної частини та не призначена для наскрізного проїзду, а лише для в'їзду

до дворів, на стоянки, автозаправні станції, будівельні майданчики тощо або виїзду з них. Особливо гострим це питання стає у разі необхідності виконання маневру лівого повороту під час виїзду з прилеглої території на магістральні вулиці [2].

Мета статті. Проаналізувати існуючі варіанти організації дорожнього руху на виїздах з прилеглих до магістральних вулиць територій в українських містах.

Аналіз української нормативної бази. Наявність на поверхні покриття проїзної частини вулиці дорожньої розмітки 1.3 [1] однозначно відносить її до магістральних [3]. Слід розуміти, що для організації лівого повороту при виїзді з прилеглої території на магістральні вулиці повинен бути облаштований розрив у розмітці 1.3. Безпосередніх вказівок щодо організації розривів у розмітці 1.3 ні в [1], ні в ДСТУ [4, 5] немає. Також відсутні рекомендації щодо облаштування розривів у розмітці 1.3 для організації лівого повороту з прилеглої території на магістральні вулиці й в [6, 7], тому в цьому випадку потрібно користуватися будівельними нормами. Наявна нормативна будівельна література містить такі вказівки:

- пункт 6.1.4 [3] «Улаштування правоповоротних примикань вулиць і доріг місцевого значення до магістральних доріг регульованого руху та магістральних вулиць загальноміського значення та до місцевих (бічних) проїздів з безперервним рухом слід передбачати на відстані не менше 100 м від найближчої розв'язки магістральної мережі та не менше 150 м один від одного»;

- пункт 6.1.5 [3] «Примикання житлових вулиць, доріг науково-виробничих, промислових і комунально-складських зон та проїздів до магістральних доріг та магістральних вулиць безперервного руху повинні влаштовуватись не менше ніж за 100 м до з'їздів транспортних розв'язок з влаштуванням перехідно-швидкісних смуг. Відстань між примиканнями місцевих проїздів до магістральних доріг та магістральних вулиць регульованого руху рекомендується приймати через (300-400) м. У разі, якщо відстань між такими розв'язками більше ніж 400 м, допускається влаштовувати примикання на перегоні з організацією руху тільки праворуч»;

- пункт 5.1.4 [8] «Виїзди з прилеглих до дороги територій слід проектувати аналогічно примиканню автомобільних доріг. На окремому виїзді та окремому в'їзді на прилеглу територію необхідно передбачати тільки ті елементи примикання, які необхідні для виконання відповідних маневрів рухомих транспортних засобів»;

- пункт 12.4.1 [9] «Для обслуговування прилеглої території при проходженні доріг у межах населених пунктів необхідно передбачити в'їзди у двори та/або місцеві (бічні) проїзди. На дорогах І-б категорії в'їзди у двори передбачаються лише до місцевих проїздів, а вихід на основну дорогу організовується лише на цих проїздах. На дорогах інших категорій рішення про організацію руху від дворів до основної дороги приймається на основі техніко-економічного порівняння із врахування місцевих умов та забезпечення безпеки руху»;

- пункт 12.4.2 [9] «В'їзди/виїзди з місцевого проїзду на основну дорогу доцільно суміщати з існуючими примиканнями. Такі місця обов'язково мають бути обладнані відповідними технічними засобами (як примикання)».

Отже, враховуючи вищенаведене, можна відзначити, що конкретні вказівки щодо облаштування виїздів з прилеглих територій технічними засобами регулювання дорожнього руху в нормативній літературі відсутні. А організація можливих маневрів руху ТЗ у їх межах має індивідуальний характер та залежить від умов руху на конкретному об'єкті, дослідження яких є обов'язковим під час розробки ефективних варіантів транспортного обслуговування учасників руху на виїздах з прилеглих територій. Також слід додати, що значно спрощує пошук і оцінювання різних варіантів організації виїздів ТЗ з прилеглих територій імітаційне моделювання з використанням сучасних засобів мікросимуляції.

Виклад основного матеріалу. З огляду на вищевикладене, було поставлено задачу дослідити місця виїзду з прилеглих територій в найбільших містах України. У результаті дослідження було виявлено, що місця виїзду з прилеглих територій позначаються різними технічними засобами регулювання дорожнього руху, в тому числі дорожньою розміткою на магістральній вулиці 1.1, 1.3, 1.7, 1.11, а також розривом у розмітці 1.3 [1].

На рис. 1 показано варіанти схем виїзду з прилеглих територій на магістральні вулиці, позначені розмітками 1.1 (а), 1.3 (б), 1.9 (в), де можливим напрямком руху згідно з [1] може бути виїзд ТЗ тільки праворуч. У разі нанесення розмітки 1.9 виїзд з прилеглої території у всіх напрямках дозволено тільки за умови працюючих реверсивних. В іншому разі (при вимкнених реверсивних світлофорах) смуга, відокремлена розміткою 1.9, розділяє транспортні потоки протилежних напрямків [1].

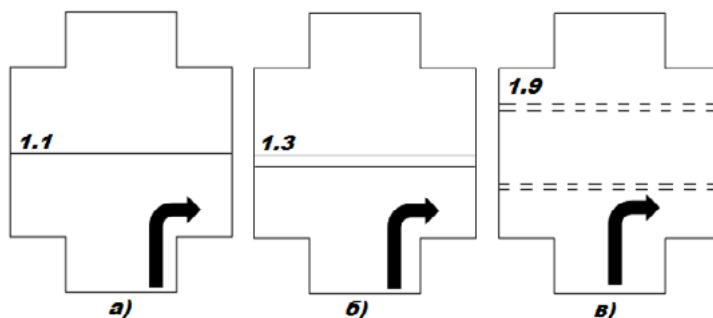


Рис. 1. Схеми виїзду з прилеглих територій на магістральні вулиці з розмітками 1.1 (а), 1.3 (б), 1.9 (в)

Здебільшого такі виїзди з прилеглих територій обладнуються згідно з [1] дорожнім знаком пріоритету 2.1 «Дати дорогу» (рис. 2, а) або взагалі відсутні дорожні знаки (рис. 2, б, в), де водії повинні користуватися п. 16.11 [1] під час проїзду нерегульованих перехресть. Також на найбільш завантажених виїздах з прилеглих територій обладнують світлофорне регулювання (рис. 3).

Такі варіанти виїзду мають свої переваги та недоліки. Якщо ТЗ, що виїжджає з прилеглої території, має на меті здійснити рух праворуч, то недоліком є його затримка в русі в очікуванні інтервалу в зустрічному потоці. Якщо метою є рух ліворуч, то згідно з [1] необхідно також рушити праворуч до першого дозволеного місця розвороту, що підвищує витрати палива та час здійснення поїздки (у разі якщо не передбачено розрив).

Але з погляду безпеки дорожнього руху ці схеми виїзду є досить безпечними як для ТЗ, що виїжджають з прилеглих територій, так і для тих, що рухаються магістральною вулицею в обох напрямках.

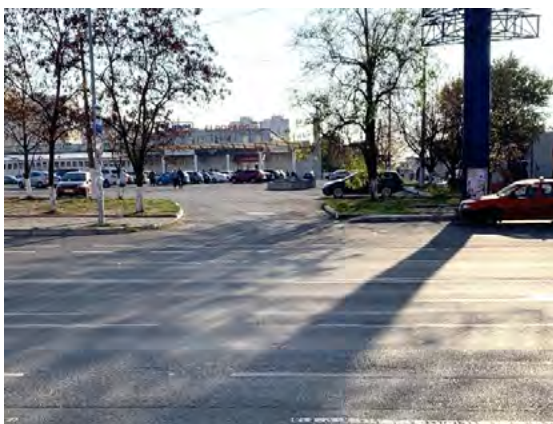
Однак водії ТЗ, які прагнуть скоротити витрати палива та час, порушують ПДР та, перетинаючи розмітки 1.1, 1.3, здійснюють лівий поворот, виїжджаючи з прилеглої території, чим створюють аварійну обстановку на магістральній вулиці, а такі обставини часто призводять до дорожньо-транспортних пригод. При цьому створюються небезпечні умови як для самого порушника, так і для інших учасників дорожнього руху.

Водночас у дослідженні була звернена увага на затримки ТЗ під час виїзду з прилеглих територій при різних схемах виїзду. Максимальний час затримок спостерігався саме у разі світлофорного регулювання перехрестя. Це пов'язано з тим, що світлофор запрограмований на певний цикл, а ТЗ, що виїжджають з прилеглих територій, зобов'язані дочекатись дозволеного сигналу світлофору. Проте при нерегульованому виїзді з прилеглої території затримки знижуються за рахунок того, що можна швидко дочекатись необхідного інтервалу для здійснення маневру повороту праворуч і здійснити його.

Саме на рис. 3 показано виїзд з прибудинкової території житлового масиву «Альгаїр» в місті Одеса, обладнаний світлофором. На магістральній вулиці суцільна розмітка 1.3 з розривом на перехресті. Можливий рух тільки праворуч та ліворуч. Але, враховуючи те, що житловий масив складається з одинадцяти 22-ох поверхових будинків, у ранкові години «пік» затримки ТЗ під час виїзду є критично високими.



а (з розміткою 1.9 (знак 2.1))



б (виїзд без дорожніх знаків)



в (виїзд без дорожніх знаків)

Рис. 2. Виїзд з прилеглої території на магістральну вулицю



Рис. 5. Виїзд з прилеглої території на магістральну вулицю з розміткою 1.1 (нерегульоване перехрестя)

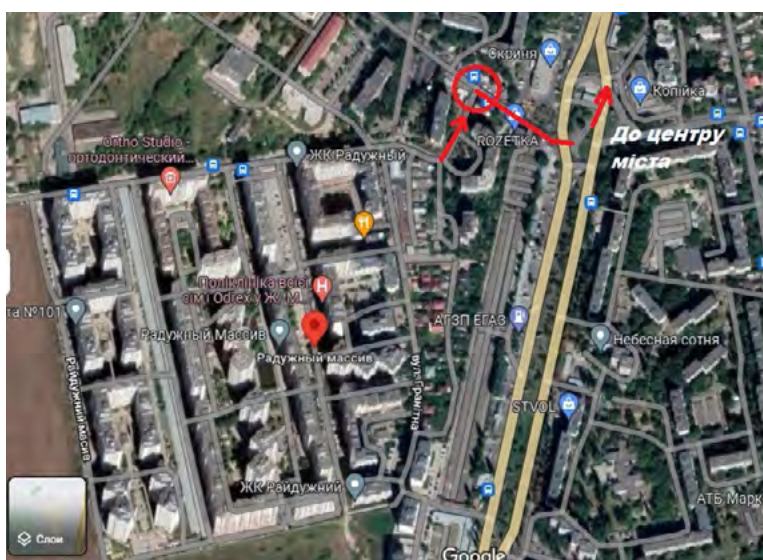


Рис. 6. Схема виїзду з житлового масиву «Радужний» до центру міста Одеса

На рис. 7 показано місце виїзду з житлового масиву «Жемчужний» в місті Одеса. На магістральній вулиці розрив розмітки 1.1, виїзд регулюється знаком 2.1 «Дати дорогу» та 7.8 «Напрямок головної дороги» [1].

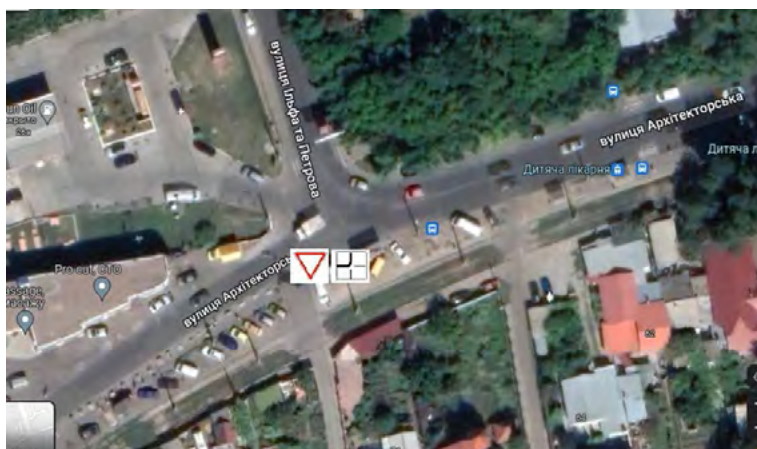


Рис. 7. Виїзд з прилеглої території на магістральну вулицю з розміткою 1.1 (нерегульоване перехрестя)

На рис. 9, 10 показано альтернативний виїзд з житлового масиву «Жемчужний». Потік ТЗ прямує з вулиці Будівельників переважно праворуч до центру міста. По проспекту Небесної Сотні нанесено вузьку суцільну лінію (розмітку 1.1). Перехрестя має світлофорне регулювання, але дія світлофору не поширюється на транспортний потік з прилеглої території, який рухається праворуч, а тільки на транспортні потоки, що рухаються по проспекту

Небесної Сотні. Таке розташування світлофору дозволяє ТЗ, що прямують по вулиці Будівельників до центру Одеси, не чекати перемикаання світлофору, а виїжджати, як тільки з'явиться така можливість, що значно скорочує затримки при виїзді з прилеглої території.



Рис. 8. Схема виїзду з житлового масиву «Жемчужний» до центру міста



Рис. 9. Схема альтернативного виїзду з житлового масиву «Жемчужний» до центру міста Одеса



Рис. 10. Виїзд з прилеглої території на магістраль з розміткою 1.1

На рис. 11, 12 показано виїзд з автозаправної станції ОККО біля мосту Пересип в місті Одеса. Виїжджаючи, автомобіль перетинає пішохідний перехід (дорожній знак 5.38), трамвайні рейки, також на нерегульованому перехресті встановлено знак 4.2 «Рух праворуч» та 2.1 «Дати дорогу» [1]. Наявна інформаційно-вказівна табличка «Місце посадки пасажирів».



Рис. 11

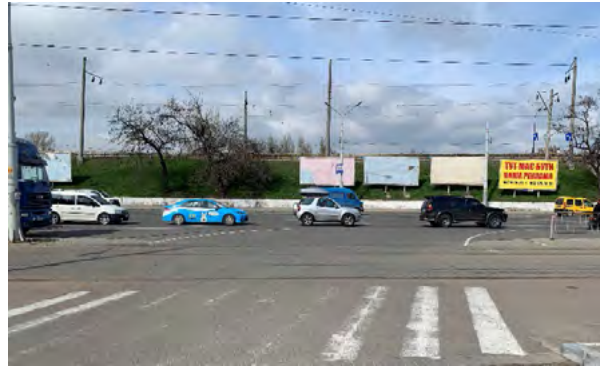


Рис. 12

На магістральній вулиці (рис. 13–15), куди виїжджають ТЗ, встановлено односторонній рух, який здійснюється по п'яти основних смугах. Напрямки руху по смугах позначено перед найближчим регульованим перехрестям дорожніми знаками типу 5.18 [1]. Перехрестя по магістральній вулиці має три можливі напрямки руху (рис. 16), а саме: праворуч (1), прямо (2), ліворуч (3). Також на перехресті є перетин з трамвайною колією, позначений попереджувальним знаком 1.20 «Перехрещення з трамвайною колією» [1].

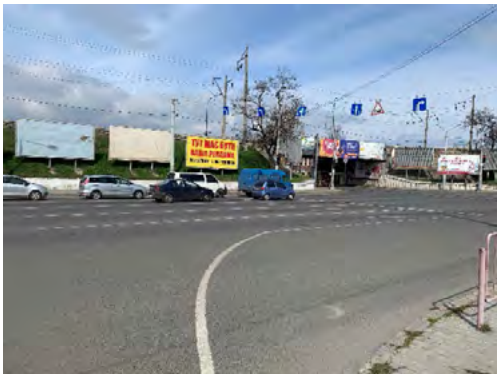


Рис. 13



Рис. 14

Дана транспортна розв'язка є дуже складною для водія. Згідно з Правилами дорожнього руху ТЗ, що виїжджає з автозаправної станції, має право рухатись тільки в напрямку 1 (рис. 16), для чого він виїжджає на додаткову першу смугу магістралі, яка перед самим перехрестям примикає до основної смуги (позначено знаком 5.21.1 «Кінець додаткової смуги руху» (рис. 14), рух по якій відбувається тільки праворуч та регулюється додатковою секцією світлофора (рис. 15). Такий ТЗ практично не утворює заторів при виїзді з АЗС, але для руху в напрямках 2, 3 водієві треба здолати досить велику відстань для об'їзду.

У разі, коли ТЗ вирушає в напрямку 2 (рис. 16), йому необхідно, перетинаючи смугу 2, потрапити в смугу 3 або 4, де дозволено рух в напрямку 2, при цьому потрапити в розрив між ТЗ, що рухаються по магістралі практично суцільним потоком, що викликає затор при виїзді з АЗС, а також створює аварійну ситуацію на магістралі і є порушенням [1].



Рис. 15



Рис. 16

Аналогічна ситуація виникає при виїзді ТЗ з АЗС до напрямку 3 (рис. 16), коли необхідно потрапити в смуги 4, 5 або 6, де дозволено рух у напрямку 3.

На рис. 17 показано виїзд із житлового містечка «Артвіль» у місті Одеса. За даною транспортною схемою, при виїзді з містечка на магістральну вулицю з розміткою 1.1 передбачено рух праворуч до центра міста.

З початку повномасштабної збройної агресії РФ проти України в схемі виїзду з містечка відбулись деякі зміни, а саме: після встановлення блок-посту, позначеного знаком 3.41 «Контроль» [1], проїзд у напрямку центру міста можна здійснити лише за схемою, показаною на рис. 17. Тобто ТЗ, виїжджаючи з містечка, повертають праворуч та здійснюють розворот на стоянці біля супермаркету «Таврія-В», повертаються назад та на регульованому перехресті виїжджають праворуч або ліворуч. Або на виїзді з містечка порушують ПДР, перетинаючи розмітку 1.1, повертають ліворуч і швидше потрапляють до регульованого перехрестя.



Рис. 17. Виїзд з житлового містечка «Артвіль»

На рис. 18 показано виїзд з прилеглої території на вулицю Академіка Павлова в місті Харків. На магістральній вулиці розрив розмітки 1.3 (рис. 4 в). Увечері при виїзді ТЗ з прилеглої території в обох напрямках утворюється величезна черга.

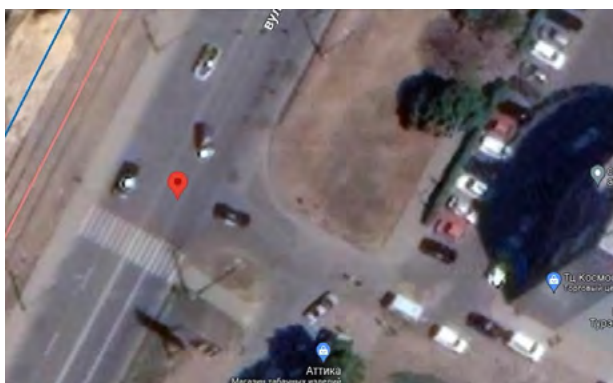


Рис. 18. Виїзд з прилеглої території на вулицю Академіка Павлова м. Харків

На рис. 19 показане регульоване перехрестя по вулиці Героїв Праці в місті Харків. Встановлено світлофор із зеленою фазою для ТЗ, що здійснюють виїзд з прилеглої території. На магістральній вулиці розрив розмітки 1.3 (рис. 4 в). Затягу у дворах утворюється в ранкові години пік.

На рис. 20 показано виїзд з прилеглої території на Броварський проспект у місті Київ. По магістральній вулиці нанесено розмітку 1.3. Рух ТЗ дозволено тільки праворуч до найближчого дозволеного місця розвороту.

Така досить велика і різноманітна кількість варіантів облаштування виїздів з прилеглих територій на магістральні вулиці, що існує в практиці ОДР українських міст, з одного боку, свідчить про неповне вирішення цього питання з погляду ефективності організації дорожнього руху, а з іншого, про можливість використання індивідуального підходу до вирішення цього питання на кожному окремому об'єкті.



Рис. 19. Виїзд з прилеглої території на вулицю Героїв Праці м. Харків



Рис. 20. Виїзд з прилеглої території на Броварський проспект м. Київ

Висновки. Наявна нормативна література не містить конкретних вказівок і рекомендацій щодо облаштування розривів у розмітці 1.3 для організації лівого повороту при виїзді з прилеглої території на магістральні вулиці. Розробка таких рекомендацій повинна базуватись на вивченні умов руху ТЗ на таких об'єктах з подальшим моделюванням у спеціалізованому програмному продукті PTV VISSIM або її аналогів. Такі рекомендації дозволять встановити можливість і доцільність облаштування розривів у розмітці 1.3 при виїзді з прилеглих територій, що сприятиме скороченню затримок ТЗ на таких об'єктах.

Потребує окремого вивчення питання впливу наявності перехресть у безпосередній близькості до виїздів з прилеглих територій на затримки ТЗ на них, що сприятиме розробці рекомендацій для різних варіантів ОДР на досліджуваних об'єктах. Також потребують додаткової систематизації варіанти ОДР на виїздах з прилеглих територій, які мають різні місця розташування на ВДМ, наприклад: в середній частині магістралі, перед перехрестям, за перехрестям та ін.

Список використаних джерел

1. Правила дорожнього руху. *Офіційний сайт Верховної ради України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п> (дата звернення: 10.06.2023).
2. Горбачов П.Ф. Щодо питання організації руху транспортних засобів при виїзді з прилеглих територій / П.Ф. Горбачов, Є.В. Любий, О.М. Белецька. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту* : матеріали XII науково-практичної конференції, м. Вінниця, 21–23.10.2019. Вінниця : ВТУ. 2019. С. 53–56.
3. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дорогих населених пунктів. Вид. офіц. Київ, 2019. 55 с.
4. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. Вид. офіц. Київ, 2021. 140 с.
5. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. Вид. офіц. Київ, 2021. 99 с.
6. ДСТУ 8752:2017 Безпека дорожнього руху. Проект організації дорожнього руху. Правила розроблення, побудови, оформлення. Вимоги до змісту. Вид. офіц. Київ, 2017. 41 с.
7. Методичні рекомендації по застосуванню дорожніх знаків, дорожньої розмітки та маршрутному орієнтуванні. *Офіційний сайт Будстандарт Online* (Сервіс документів). URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=46584 (дата звернення: 10.06.2023).
8. ГБН В.2.3-37641918-555:2016 Автомобільні дороги. Транспортні розв'язки в одному рівні. Проектування. Зі зміною № 1. Вид. офіц. Київ, 2022. 59 с.
9. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Вид. офіц. Київ, 2015. 104 с.

Liubiyi Y. V.

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Transport Systems and Logistics,
Higher Educational Institution "Kharkiv National Automobile and Highway University"
Kharkiv, Ukraine*

E-mail: lion_khadi@ukr.net
ORCID: 0000-0003-0681-0920

Bieletska O. M.

*PhD student at the Department of Transport Systems and Logistics
Higher Educational Institution "Kharkiv National Automobile and Highway University"
Kharkiv, Ukraine*

E-mail: olya.krasotova@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6256-8705

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF VEHICLE DEPARTURES FROM ADJACENT TERRITORIES IN THE CITIES OF UKRAINE

Abstract

The article discusses the existing options for organizing traffic at the exits from the territories adjacent to the main streets in Ukrainian cities, as they are characterized by the complexity of organizing efficient traffic on them and, accordingly, a large number of conflicts. A significant number of vehicle delays while driving on the city's street and road network occur at intersections and approaches to them. Vehicle delays at intersections are characterized not only by indirect costs for drivers, which are expressed in the loss of time, discomfort and fatigue, but also by direct costs due to fuel consumption at idle engine speeds during stops. A large and diverse number of options for arranging exits from adjacent territories to main streets indicates that this issue is not fully resolved in terms of traffic management efficiency and that an individual approach to solving this issue can be used at each individual facility.

Key words: vehicle delays, adjacent territories, traffic organization, traffic flow, regulated and unregulated intersections.

References

1. Pravila doroznyogo ruhu. [Traffic rules]. [Electronic resource] Official website of the Verkhovna Rada of Ukraine: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п>.
2. Gorbachev P.F. Shodo pitannya organizacii ruhu transportnih zasobiv pri viizdi z prileglih teritoriy. [On the issue of organizing the movement of vehicles when leaving the adjacent territories / P.F. Gorbachev, E.V. Lyubiyi, O.M. Beletska. Proceedings of the XII Scientific and Practical Conference "Modern Technologies and Prospects for the Development of Road Transport" (21–23.10.2019, Vinnytsia). Vinnytsia, VTU. 2019. P. 53–56.
3. DBN B.2.3-5: 2018 Vulici ta dorogi naselenih punktiv. [DBN B.2.3-5: 2018 Streets and expensive settlements]. Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine: Kyiv, 2019. 55 p.
4. DSTU 4100: 2021 Bezpeka doroznyogo ruhu. Znaki dorozni. Zagalni tehnicni umovi. Pravila zastosuvannia. [DSTU 4100: 2021 Road safety. Road signs. General technical conditions. Rules of application]: Kyiv, 2021. 140 p.
5. DSTU 2587: 2021 Bezpeka doroznyogo ruhu. Rozmitka doroznia. Zagalni tehnicni umovi. [DSTU 2587: 2021 Road safety. Road markings. General technical conditions]. "UkrNDNC" SE: Kyiv, 2021. 99 p.
6. DSTU 8752: 2017 Bezpeka doroznyogo ruhu. Proekt organizacii doroznyogo ruhu. Pravila rozroblennya, pobudovi, oformlennya. Vimogi do zmistu, [DSTU 8752: 2017 Road safety. Road traffic organization project. Rules of development, construction, design. Content requirements]. "UkrNDNC" SE: Kyiv, 2017. 41 p.
7. Metodichni rekomendacii po zastosuvannyu doroznih znakiv, doroznyoi rozmitki ta marshrutnomu orientuvanni. [Methodical recommendations for the use of road signs, road markings and route orientation] [Electronic resource] Official website of Budstandard Online (Document Service): http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=46584.
8. GBN V.2.3-37641918-555: 2016 Avtomobilni dorogi. Transportni rozvyazki v odnomu rivni. Proektuvannia. [GBN V.2.3-37641918-555: 2016 Highways. Transport interchanges at one level. Design.] With amendment No. 1 – Ministry of Infrastructure of Ukraine: Kyiv, 2022. 59 p.
9. DBN B.2.3-4: 2015 Avtomobilni dorogi. Chastina I. Proektuvannia. Chastina II. Budivnitstvo. [DBN B.2.3-4: 2015 Highways Part I. Design. Part II. Construction]. Ministry of Regional Development, Construction, Housing and Communal Services of Ukraine: Kyiv, 2015. 104 p.

УДК 62.93:66.5

Левченко Ю. В.

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної та електричної інженерії,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна

E-mail: yuliia.levchenko@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0001-7087-3681

Басова Ю. О.

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної та електричної інженерії,
Полтавський державний аграрний університет
Полтава, Україна

E-mail: yuliia.basova@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4057-7712

Молчанова Н. Ю.

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій харчових виробництв
і ресторанного господарства

Полтавський університет економіки і торгівлі,

Полтава, Україна

E-mail: nemonn@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0040-9952

Ситник Д. Р.

здобувач магістерського рівня спеціальності 133 Галузеве машинобудування,

Полтавський державний аграрний університет

Полтава, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

Анотація

Важливим аспектом розвитку зернопереробної галузі є забезпечення оптимальних умов зберігання в період після збору. Ефективним вирішенням цього питання залишається максимальна технічна переоснащеність та модернізація існуючих післязбиральних комплексів. В статті охарактеризовані загальноприйняті способи післязбиральної обробки зерна, зокрема провітрювання, сортування та звороти зерно. Розглянуто застосування зернокидачів у технологічному процесі післязбиральної обробки зерна, проаналізовані серійні конструкції робочих органів зернокидальних машин. Визначено основні недоліки конструкцій робочих органів зернокидальних машин, що застосовуються на сьогодні, основним з них залишається травмування зерна за рахунок недосконалої конструкції самого зернокидача. Обґрунтовано необхідність удосконалення існуючих машин зі збереженням параметрів продуктивності для зниження пошкодження зерна.

Розглянуто конструкцію вдосконаленого комбінованого стрічкового зернокидача, спрямованого на зниження пошкодження обробленого зерна. Особливістю запропонованої конструкції зернокидача є використання лопатевої системи подачі зерна на заміну суцільної безпервної стрічки. Ефективність роботи і зниження травмування відбувається за рахунок еластичного матеріалу, а також специфіка їх монтажу – встановлені з невеликим зазором до нескінченної стрічки. Проаналізовано робочий процес запропонованої конструкції комбінованого стрічкового зернокидача. Наведено показники якості зерна після обробки його в удосконаленій конструкції зернокидальної машини. Запропоновано напрямки для подальших досліджень, зокрема вивчення параметрів роботи зернокидача за різних умов розміщення лопатей, а також дослідження зміни показників якості зерна.

Ключові слова: зернокидач, зберігання зерна, втрати при зберіганні, лопаті.

Вступ. Зернове господарство – одне з небагатьох галузей сільськогосподарського виробництва з відносно швидкою окупністю витрат, а підвищення його ефективності значною мірою можливе безпосередньо в рамках власне зернової галузі за рахунок дотримання технологій, покращення сівозмін, виробничої спеціалізації [1, с. 40–41].

Одним із основних завдань в сфері переробки зерна є збереження та раціональне використання всього вирощеного врожаю, отримання максимуму виробу з сировини. В очікуванні післязбиральної обробки досить часто зерно зберігається по два-три місяці насипом, найчастіше вологе, засмічене сторонніми домішками та комахами.

Для успішного розвитку агропромислового комплексу важливою залишається технічна оснащеність виробників зерна. Поряд із машинно-тракторною технікою особливе місце займають машини для післязбиральної обробки. Враховуючи недостатню кількість працюючих, особливо в селі, особливо актуальною стає проблема механізації обробки та сушіння зерна.

Мета дослідження. Метою роботи є удосконалення конструкції зернокидача для транспортування зерна при зберіганні зерна під час зберігання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Забезпечення людства їжею історично займає ліву частку в економіці будь-якої країни, а вирощування зернових для виробництва харчових продуктів та кормів на їх основі залишається не менш важливим. Сезонність виробництва зерна, поряд з цілорічним споживанням, споконвіку вимагає створення та збереження його запасів [2, с. 2–3]. До основних складнощів виробництва зерна та зернових продуктів відносять:

1) при запізнілому збиранні отримують великі втрати за рахунок обламання колосків та обсіпання зерен. Оптимальна тривалість збирання зернових становить 6–7 днів. Аналіз узагальнених даних з літературних джерел за різні роки підтверджує, що при порушенні цього терміну до 5 днів втрати зерна становлять у ярої пшениці 4,5–7,2%, у озимої – 1,2–3%, до 10 днів – у ярої пшениці 7,6–15,4 %, у озимої – 3,7–6,8%;

2) при подрібненні на дробарці (внаслідок недомолота та невитрусу) втрати за номінальної секундної подачі зернової маси складають 1,5%; для продовольчого зерна допустимі втрати при подрібненні та обвалюванні – не більше 2%.

3) при перевезенні та зберіганні втрачається від 5 до 25% зерна залежно від технічного оснащення елеваторів та загальної культури організації зберігання [3].

За даними ФАО (Всесвітньої організації по продовольству і сільському господарству), втрати зерна у світі тільки під час зберігання та переробки становлять 6–10%, а для деяких менш економічно нерозвинених країн – 30–50%. Так, в Україні, що вирощує до 60 млн т зерна, через недостатню розвинену матеріально-технічну базу з переробки та зберігання врожаю щорічні втрати досягають 10 млн т, в грошовому еквіваленті ця сума складає сотні млн доларів США. Кількісні втрати супроводжуються зниженням якості, посівних та продовольчих кондицій зерна. При цьому найбільші втрати у господарствах саме через низьку матеріально-технічну базу з обробки та зберігання зерна. У той же час, у високорозвинених країнах Європи та Америки ці втрати не перевищують 1–2% технічно неминучого мінімуму [4, с. 175–176]. Отже, найбільші втрати зерна відбуваються на етапі перевезення та зберігання врожаю.

Також певна частка втрати маси відбувається за рахунок природних процесів. За зберігання зерна внаслідок втрат поживних речовин на процес дихання відбувається зменшення його маси – це природні втрати. Самоігрівання зерна, вплив на нього пліснявих грибів, пошкодження комахами, кліщами, поїдання гризунами є чинниками недбайливого господарювання. Втрати за зберігання на складі не повинні перевищувати встановлені норми природних втрат зерна. Регулювати інтенсивність дихання і як наслідок зниження втрат на рівні технічного мінімуму можливо за умов: підтримки оптимальної вологості та температури зерна, якісного очищення зернової маси перед закладкою на зберігання, проведення заходів щодо знезараження зерна як від шкідників, так і від мікрофлори, що потребує використання сучасних технологічних прийомів зберігання та транспортування зерна, що максимально враховують видові особливості зернових культур [5].

Важливим питанням є попередження втрат якості за рахунок травмування, яке знижує технологічні властивості зерна: 4,0–6,5% для заготівельних підприємств (що використовують пересувну механізацію та ковшові навантажувачі); 2,0–4,0% для перевалочних елеваторів (з повною стаціонарною механізацією). Такі втрати найчастіше пояснюються низьким рівнем механізації процесу зворощування зерна при зберіганні, а також недотримання технологічних режимів при роботі із зерном.

Виробники машин для очищення, сортування й сушіння зерна, а також механізмів для його транспортування насамперед надають перевагу таким технічним характеристикам, як висока продуктивність та надійність роботи обладнання, і зовсім мало приділяють уваги технологічній проблемі травмування зерна. Аналізуючи схеми післязбиральної обробки зерна, що застосовується нині в більшості господарств, легко помітити, що найбільша кількість операцій із післязбиральної обробки зернової маси так чи інакше пов'язана з його переміщенням, перелопачуванням або метанням, що здійснюються за допомогою спеціальних машин – зернокидачів. Очевидно, що зниження негативного впливу операцій післязбиральної обробки на зерно найперспективніше домагатися модернізацією робочих органів саме металевих машин [6, с. 35–36].

Саме цим пояснюється наявність на ринку техніки для післязбиральної обробки зерна машин, які значною мірою травмують зерно. Йдеться про зерномети, пневматичні, шнекові та скребкові транспортери, норії тощо. З попереднього аналізу найбільш поширених металевих машин на сучасних підприємствах та тих, що пропонують комерційні організації на ринках України, було обрано зернокидачі ЗМ–60, 90 [3; 4, с. 177–178, 5; 6, с. 34–36; 7].

Власне, зернокидачі значно травмують зерно: залежно від відстані перекидання зернової маси, травмування становить від 11 до 17%. Зерноочисні та сортувальні машини травмують від 3,4 до 8,4% зерна, пневмотранспортери – до 7,2%, норії – до 7,4%, шнекові транспортери – від 4,7 до 8,6%, скребкові транспортери – до 1,5%, самопливні трубопроводи – до 1,6% .

Виходячи з паспортних даних зернокидачів, вони виконують переміщення зерна на довжину до 25 м та на висоту до 8 м. Встановлено, що для забезпечення таких параметрів переміщення зернина набирає швидкості польоту близько 35 м/с [8].

Але й у зернокидачах, які мають набагато нижчі показники переміщення, ступінь травмованості зерна досить висока. Механічні пошкодження зерен пшениці виникають уже при швидкості польоту 6 м/с. Характерно, що навіть удар насіння з великою швидкістю по гумовій поверхні не зменшує рівня пошкодження. А в найпростіших та менш продуктивних металевих машинах реальна швидкість польоту зерна становить не менше 9 м/с. Нижчої швидкості польоту зернин досягти не вдається, адже тоді переміщення зернин буде неможливе. Напряму це пов'язано зі швидкістю, при якій потік повітря зможе підняти кожен зернину з купи. Для пшениці ця швидкість перебуває в діапазоні 8,5–11,5 м/с.

Зернокидач – це універсальна саморушная машина безперервної дії, яка має різне функціональне призначення. За типом робочих органів зернокидачі можуть бути зі скребковими чи шнековими живильниками. За тривалий період свого розвитку ця група машин набула значних удосконалень, що підвищило їх технічний рівень.

Найчастіше у вітчизняних АПК зернокидачі використовують на відкритих майданчиках та у зерносховищах для виконання наступних технологічних операцій [9, с. 26–28]:

- 1) метання зерна для формування бургів (перевантаження його з купи зерна, яке доставляють транспортними засобами на майданчики в період збирання врожаю прямо від комбайнів);
- 2) механічне перелопачування зерна під час його зберігання насипом для охолодження;
- 3) первинне очищення зерна з відділенням легких фракцій (битого зерна та сміттєвих домішок);
- 4) завантаження або розвантаження зерна із зерноскладів;
- 5) завантаження зерна в транспортні засоби.

Основні робочі органи – живильний бункер та транспортер. Перші служать для подачі зерна з бурта до тримера, який не тільки спрямовує його на транспортер, а й надає зерновій масі значну кінетичну енергію (швидкість руху). Це дозволяє не тільки підняти зерно на значну висоту, але й перемістити його на велику відстань від бурта [7]. Поворот тримера зернокидача на 90° в обидві сторони поздовжньої осі рами дає можливість забезпечити [9, с. 26–28]:

- 1) безперервність завантаження зерна у транспортні засоби;
- 2) рівномірний розподіл зернової маси під час завантаження складу;
- 3) формування бургів із одним гребенем після проходів зернокидача;
- 4) розосередження зерна з бурта для просушування на майданчику струму та повторне формування (після просушування) у бург.

Живильники піднімають і опускають за допомогою рукояток лебідок, з'єднаних із живильниками канатом, а завантажувальний транспортер – за допомогою власне лебідки. Привід машин – електричний, від мережі з напругою 380 В [10, с. 89; 11, с. 29].

В роботі для підвищення ефективності очищення від легких домішок та зворощення матеріалу використовується метання зерна порціями за допомогою удосконалення конструкції транспортера зернокидача. Встановлено, що порція зерна, що окремо летить, добре пронизується і продується повітрям [12, с. 81; 13, с. 256–260; 14, с. 332–334; 15, с. 300–304].

В існуюче обладнання вносили конструктивні зміни до будови барабану, який подає масу на власне транспортер, а саме його додатково оснастили лопатями. У класичній конструкції зернокидача барабан розташований вертикально, оснащений ємностями, які безперервно подають матеріал, охоплений нескінченною приводною стрічкою, що спирається на барабани та привід.

Попередньо встановлено, що зернокидач має громіздку конструкцію і допускає удар матеріалу при завантаженні, що знижує якість продукту. В ході експериментальних досліджень вдосконалили конструкцію самого барабана, визначали параметри та режими роботи стрічкового зернокидача, що впливають на якість оброблюваного зернового матеріалу.

Удосконалена конструкція зернокидача складатиметься з притискного барабану, обладнаного двома бічними торцями і розташованими між ними лопатями, встановлений на провідному і двох ведених барабанах, стрічку, бункер із засувкою і привід. Лопаті мають удосконалену форму у поперечному перерізі прямокутну та клиноподібну форми, виконані з двох з'єднаних між собою частин і розташовані під різними кутами до радіусу барабана (або до нормалі кола барабана). Така форма лопастей дозволить підвищити якість транспортованого матеріалу шляхом забору (відсічення) зернових клиноподібною частиною лопастей, що забезпечує зменшення пошкодження матеріалу. Розміщення лопастей через певний інтервал допомагає зачерпувати зерно порціями та нормальне метання вздовж напрямної поверхні випускного патрубку за рахунок розташування лопастей під кутом до радіуса барабана.

Така спрощена конструкція зернокидача шляхом виключення нескінченної стрічки, провідних та ведених барабанів підвищує надійність роботи.

Оброблювана зернова маса подається із живильного бункера кидача по зернопроводу в простір між провідним та кільцевим дисками, з'єднаними між собою лопатями. Частини лопастей своєю робочою поверхнею

розташовані під різними кутами до радіусу барабана. Прямокутні частини лопатей розташовані на периферії барабана і утворюють менш гострі кути до радіусу барабана, ніж клиноподібні частини лопатей. Таке виконання зменшує травмування зерна в місці завантаження та під час травмування.

Барабан поміщений у кожух, який у зоні розвантаження має випускний патрубок. Поверхні дисків та лопат утворюють осередки барабана. Він включає ведучий та ведений барабани, охоплені нескінченною стрічкою, лопатевий барабан, в якому встановлені гумові лопатки, приймальний бункер, електродвигун, клинопасову передачу, варіатор, опорні колеса, стійки та раму.

Визначення мікроушкодження зерна проводили відповідно до методики визначення пошкоджень обробленого зерна. Травмування оцінювалося за наступних параметрів: швидкість стрічки – 16 м/с, видалення точки забору проб – 8 метрів, число перепусток – 4.

Макро- та мікротравмування вихідного зернового вороху збільшується з кількістю перепусток через машину. Також можна зробити висновок про те, що залежність ступеня пошкодження кількості операцій не є лінійною. Пояснити це можна накопиченням мікроушкоджень у структурі зернівки та зниженням граничних напруг, що витримуються цією зернівкою, що підтверджується даними літературного аналізу [16, с. 120–121]. Залежність пошкодження від кількості пропусків представлена рис. 1.

Також було визначено параметри макротравмування обробленого зернового матеріалу за довжиною метання. Графік залежності представлений рис. 1. Аналіз залежності дозволяє зробити висновок, що зі зростанням віддалення від металника ступінь макропошкодження обробленого зернового матеріалу знижується.

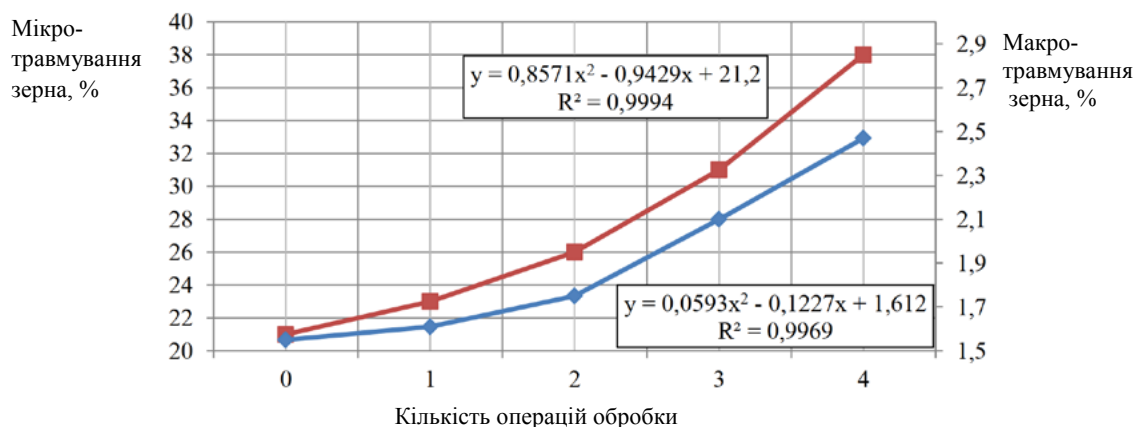


Рис. 1. Залежність пошкодження насіння від кількості проходжень через експериментальний зернокидач

Для підтвердження гіпотези про покращення характеристик роботи експериментального зернокидача, оснащеного лопатями, в подальшому пропонується провести серію дослідів із встановленими лопатями та без них на притисковому лопатевому барабані.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті проведених досліджень розглянуто застосування зернокидачів у технологічному процесі післязбиральної обробки зерна. Визначено основні недоліки конструкцій робочих органів машин для зворощування зернових, що застосовуються на сьогодні. Обґрунтовано необхідність створення або ефективного удосконалення та комбінування існуючих зернокидачів зі збереженням параметрів продуктивності при зниженні поразки зерна. Визначено параметри макротравмування обробленого зернового матеріалу залежно від довжини метання.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. та ін. Концепція перспективи комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2014. № 99(1). С. 40–56.
2. Burdilna Evgeniia, Serhiienko Serhii, Rykov Hennadii, Voliansky Roman. *The Electrotechnical Complex of The Grain Thresher With Improved Performance Characteristics* IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). 2022. Р. 1–6.
3. Гайдено О. Чинники та причини, які призводять до втрати зерна. *Агрономія сьогодні. Журнал практичних порад для агрономів*. URL: <http://agronomy.com.ua/statti/511-chynnyky-ta-prychyny-iaki-pryzvodiat-do-vtraty-zerna.html>.
4. Ray Bucklin, Sid Thompson, Michael Montross, Ali Abdel-Hadi. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* (Third Edition). Chapter 9 - Grain Storage Systems Design, 2019. pp. 175–223. doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00009-9.
5. Гузь М., Сиволапов В., Маятіна Н. Чинники, що визначають тривалість зберігання зерна. *Agroexpert*. URL: <https://agroexpert.ua/chynnyky-shcho-vyznachaiut-tryvalist-zberihannia-zerna/>.

6. Yampilov S. S. and others. Separating grain thrower for processing grain material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 839. No. 5. 2021. pp. 34–42.
7. Best Practices: The Post-harvest Management Process. URL: <https://news.grainpro.com/best-practices-the-post-harvest-management-process>.
8. Опалко В., Шатров Р., Шиш А., Марченко В. Механічне травмування зерна після збирання. *Agroexpert*. URL: <https://agroexpert.ua/mekhanichne-travmuвання-zerna-pislia-zbyrannia>.
9. Михайлов Є.В. Технічні засоби післязбиральної обробки насіння соняшнику : монографія. Мелітополь, 2019. 203 с.
10. Kazakbaev, S. Z., Karymsakov, N. S., Karabayev, N. The grain thrower classifier for grain processing *ISJ Theoretical & Applied Science* 05 (73). 2019. pp. 86–90. URL: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.05.73.16>.
11. Михайлов Є., Сербій Є., Задосна Н. Рекомендації щодо обґрунтування комплексу технічних засобів післязбиральної обробки зерна в умовах Півдня України. *Техніка і технології АПК*. № 5(80), Київ, 2016. С. 28–30.
12. Котов Б.І., Степаненко В.О., Швида С.П. Системно-проектний підхід до управління комплексом машин на току. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Вип. 12, том 5. 2012. С. 78–85.
13. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування / За ред. М.І. Черновола. Кн. 2: Машини для рільництва. Київ, 2002. 364 с.
14. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 2, ч. 2, кн.1. Зернозбиральні машини. Харків, 2003. 376 с.
15. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві. Київ, 2007. 334 с.
16. Грудовий Р.С. Обґрунтування конструкцій і параметрів робочих органів шнекових транспортерів зерна : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.11. Вінниця, 2013. 225 с.

Levchenko Yu. V.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical and Electrical Engineering,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

E-mail: yuliia.levchenko@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0001-7087-3681

Basova Yu. O.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mechanical and Electrical Engineering,
Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

E-mail: yuliia.basova@pdaa.edu.ua

ORCID: 0000-0003-4057-7712

Molchanova N. Yu.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technologies of Food Production and Restaurant Industry
Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine*

E-mail: nemonn@ukr.net

ORCID: 0000-0002-0040-9952

Sitnik D. R.

*Master's degree holder specialty 133 Industrial mechanical engineering,
Poltava State Agrarian University
Poltava, Ukraine*

RESEARCH OF CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF EQUIPMENT FOR GRAIN STORAGE

Abstract

An important aspect of the development of the grain processing industry is the provision of optimal storage conditions in the post-harvest period. Maximum technical re-equipment and modernization of existing post-harvest complexes remains an effective solution to this issue. The article describes generally accepted methods of post-harvest processing of grain, in particular airing, sorting and threshing of grain. The application of grain throwers in the technological process of post-harvest processing of grain is considered, and serial designs of the working bodies of grain throwing machines are analyzed. The main shortcomings of the constructions of the working bodies of grain throwing machines, which are used today, have been determined, the main one of them is an injury to the grain due to the imperfect design of the grain thrower itself. The need to improve existing machines while maintaining performance parameters to reduce grain damage was substantiated.

The design of an improved combined belt grain thrower aimed at reducing damage to processed grain is considered. A feature of the proposed design of the grain thrower is the use of a bladed grain feeding system instead of a continuous belt. The efficiency of work and the reduction of injuries is due to the elastic material, as well as the specifics of their installation – they installed with a small gap to the endless tape. The working process of the proposed design of the combined belt grain thrower was analyzed. Indicators of grain quality after its processing in the improved design of the grain-throwing machine are given. The directions for further research will be proposed, in particular, the study of the parameters of the grain thrower under different conditions of placement of the blades, as well as the study of changes in grain quality indicators.

Key words: grain thrower, grain storage, losses during storage, shovels.

References

1. Adamchuk, V. V. and others (2014). Kontseptsiya perspektyvy kompleksnoho vyrishennya problemy pislyazbirnoyi obrobky i zberihannya zerna v sil'skohospodars'kykh pidpryemstvakh Ukrayiny [The concept of the perspective of a comprehensive solution to the problem of post-harvest processing and storage of grain in agricultural enterprises of Ukraine]. Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva [Mechanization and electrification of agriculture]. 99 (1). pp. 40-56. [in Ukrainian].
2. Evgeniia Burdilna, Serhii Serhiienko, Hennadii Rykov, Roman Voliansky (2022). The Electrotechnical Complex of The Grain Thrower With Improved Performance Characteristics IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). pp. 1–6.
3. Haydenko Oleh. (2021). Chynnyky ta prychny, yaki pryzvodyat' do vtraty zerna [Factors and causes that lead to grain loss]. Ahronomiya s'ohodni. Zhurnal praktychnykh porad dlya ahronomiv [Agronomy today. Journal of practical advice for agronomists]. Retrieved from: <http://agronomy.com.ua/statti/511-chynnyky-ta-prychyny-iaki-pryzvodyat-do-vtraty-zerna.html>. [in Ukrainian].
4. Ray Bucklin, Sid Thompson, Michael Montross, Ali Abdel-Hadi. (2019). Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (Third Edition). Chapter 9 - Grain Storage Systems Design, pp.175-223. doi.org/10.1016/B978-0-12-814803-7.00009-9.
5. Huz' M., Syvolapov V., Mayatina N., Marchenko V. (2017). Chynnyky, shcho rozpochynayut' tryvalist' zberihannya zerna [Factors determining the duration of grain storage]. Agroexpert. Retrieved from: <https://agroexpert.ua/chynnyky-shcho-vyznachaiut-tryvalist-zberihannya-zerna>. [in Ukrainian].
6. Yampilov, S.S. et al. (2021). Separating grain thrower for processing grain material. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 839. No. 5. pp. 34–42.
7. Best Practices: The Post-harvest Management Process (2020). Retrieved from: <https://news.grainpro.com/best-practices-the-post-harvest-management-process>
8. Opalko V., Shatrov R., Shysh A., Marchenko V. (2017). Mekhanichne travmuvannya zerna pislya zbyrannya [Mechanical injury of grain after harvesting] Agroexpert. Available from: <https://agroexpert.ua/mekhanichne-travmuvannya-zerna-pislya-zbyrannya>. [in Ukrainian].
9. Mikhailov E.V. (2019). Tekhnichni zasoby pislyazbirnoyi obrobky likuvannya sonyashnyku: monografiya. [Technical means of post-harvest processing of sunflower seeds: monograph]. Melitopol, 203 p. [in Ukrainian].
10. Kazakbaev, S.Z., Karymsakov, N.S., Karabayev, N., Shevtsov, A. (2019). The grain thrower classifier for grain processing ISJ Theoretical & Applied Science 05 (73). 86-90 <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.05.73.16>.
11. E. Mykhaylov, E. Serbii, N. Zadosna [and others] (2016). Rekomendatsiyi shchodo obgruntuvannya kompleksu tekhnichnykh zasobiv pislyazbirnoyi obrobky zerna v umovakh Pivdennoyi Ukrayiny [Recommendations regarding the substantiation of the complex of technical means of post-harvest processing of grain in the conditions of Southern Ukraine]. Tekhnika i tekhnolohiyi APK [Techniques and technologies of agricultural industry]. No. 5(80), Kyiv, 28–30. [in Ukrainian].
12. Kotov B.I., Stepanenko V.O., Shvydya S.P. (2012). Systemno-proektnyy pidkhid do upravlinnya kompleksom mashyn na toku. [A system-project approach to the management of a complex of current machines]. Pratsi Tavriys'koho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu [Proceedings of the Tavri State Agro-Technological University]. iss. 12, vol. 5. pp. 78–85. [in Ukrainian].
13. Sil's'kohospodars'ki mashyny: teoretychni osnovy, konstruktsiya, proektuvannya / Za red. M.I. Chernovola. Kn. 2: Mashyny dlya ril'nytstva/ [Agricultural machines: theoretical foundations, construction, design / Ed. E. Chernobyl. Book 2: Machines for agriculture]. Kyiv, 2002. 364 p. [in Ukrainian].
14. Zaika P. M. (2003). Teoriya sil's'kohospodars'kykh mashyn. Tom 2, ch. 2, kn.1. Zernozbyral'ni mashyny. [Theory of agricultural machines. Volume 2, part 2, book 1. Harvesting machines]. Kharkiv. 376 p. [in Ukrainian].
15. Marchenko V.V. (2007) Mekhanizatsiya tekhnolohichnykh protsesiv u roslynnystvi [Mechanization of technological processes in crop production]. Kyiv, 334 p. [in Ukrainian].
16. Grudovy R. S. (2013). Obgruntuvannya konstruktsiy i parametriv robochykh orhaniv shnekovykh transporteriv zerna [Justification of structures and parameters of working bodies of screw conveyors of grain: diss.]. Vinnitsa. 225 p. [in Ukrainian].

УДК 656.61

Мельник О. М.*кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри судноводіння та морської безпеки,
Заклад вищої освіти «Одеський національний морський університет»**м. Одеса, Україна**E-mail: m.onmi@ukr.net**ORCID: 0000-0001-9228-8459*

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА БЕЗПЕКУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДНА

Анотація

Зростання інтересу до енергоефективних рішень у морському суднопластві обумовлено необхідністю зменшення викидів шкідливих речовин та оптимізації витрат на паливо. Стаття присвячена оцінці впливу енергоефективності на безпеку експлуатації судна, розглядаються основні аспекти енергоефективності судна та їх вплив на безпеку плавання. Здійснюється аналіз принципів енергоефективності та проводиться огляд методів оцінки взаємозв'язку між енергоефективністю та безпекою судна. Результати цього дослідження сприятимуть усвідомленню важливості енергоефективних заходів у суднопластві та розробці стратегій підвищення безпеки експлуатації судна.

Ключові слова: енергоефективність, безпека суден, експлуатація суден, екологічний вплив, морський транспорт, маневреність, аварійні ситуації, системи автоматизації.

Вступ. Енергоефективність судна є ключовим аспектом його експлуатації, оскільки вона визначає ефективне використання паливних ресурсів та зниження викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Однак, крім екологічних переваг, енергоефективність також впливає на безпеку судна. Аналіз взаємозв'язку між енергоефективністю та безпекою судна дозволяють укласти, що ці аспекти тісно пов'язані між собою і є взаємозалежними в процесі експлуатації. Досягнення високого рівня енергоефективності потребує комплексного підходу, що включає не лише технологічні інновації, а й навчання екіпажів суден, адекватне законодавство та регулювання, а також співробітництво між різними зацікавленими сторонами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки у зв'язку зі зростаючою поінформованістю про зміну клімату та зростаючими економічними вимогами до суднопластва, багато досліджень стали фокусуватися на енергоефективності суден та їх вплив на безпеку плавання. досліджували вплив зниження швидкості скорочення викидів парникових газів. Їхні результати показали, що зниження швидкості суден може значно скоротити викиди парникових газів, одночасно низивши витрати на паливо. У представленому огляді літератури було розглянуто такі дослідження, пов'язані з енергоефективністю та безпекою судна. У [1] провели дослідження з оптимізації енергоефективності судна з огляду на навігаційне середовище та безпеку. У роботі [2] проведено моніторинг утоми водія на основі ЄЕГ у контексті системи «Людина-Судно-Навколишнє середовище» та його вплив на безпеку судна. Розроблено систему оцінки безпеки операції судна [3] на основі розширеної оцінки та методу зважування комбінацій. У [4] проведено динамічне прогнозування та оптимізацію енергоефективного операційного індексу (ЕЕОІ) для судна за мінливих умов довкілля. Запропоновано новий метод [5] для спільної оптимізації маршруту та швидкості судна, з огляду на кілька факторів довкілля для підвищення енергоефективності. У [6] дослідили метод багатокритеріальної оптимізації енергоефективності судна з урахуванням вуглецевого податку. У [7] проведено аналіз витрат і вигоди від зміни палива порівняно з використанням MGO на прикладі маршруту контейнерних перевезень між Китаєм та Європою.

Проведений огляд літератури на тему дослідження вказує на важливість та необхідність подальших досліджень у галузі енергоефективності та безпеки судна.

Мета статті полягає у дослідженні та аналізі зв'язку між енергоефективністю та безпекою судна. Вона спрямована на виявлення взаємозв'язків та впливу енергоефективності на безпеку експлуатації судна, а також ідентифікацію ключових факторів та механізмів, через які енергоефективність впливає на безпеку.

Методика дослідження. Енергоефективність має безпосередній стосунок до безпеки судна. Судно, яке споживає менше палива, матиме більш тривалий запас ходу та меншу ймовірність залишитися без палива у відкритому морі, що є потенційно небезпечною ситуацією. Крім того, менше споживання палива також знижує викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, що сприяє зниженню екологічних ризиків та підвищенню безпечної експлуатації судна для навколишнього середовища. Але також судно з більш ефективною системою управління енергоспоживанням здатне здійснювати більш ефективний контроль систем та обладнання, що зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій на борту. Таким чином, енергоефективність судна безпосередньо впливає на його безпеку, екологічну стійкість та економічну ефективність, ґрунтуючись на наступних факторах безпеки:

1. Маневрені якості та керуваність судна покращуються завдяки енергоефективності, яка сприятиме більш точному та ефективному контролю судна, що має пряме відношення до підвищення його маневреності та здатності уникати аварійних ситуацій.

2. Впровадження енергоефективних систем автоматизації на судні може знизити навантаження на екіпаж та підвищити безпеку судна. Такі системи можуть контролювати та оптимізувати використання палива, здійснювати прогнозування та запобігання можливим аварійним ситуаціям.

3. Використання нових енергоефективних матеріалів конструкції та корпусу судна при проектуванні та будівництві судна може підвищити його міцність та стійкість до різних зовнішніх впливів, що у свою чергу сприяє підвищенню безпеки судна.

4. Впровадження енергоефективних систем на судні потребує відповідного навчання та підготовки екіпажу. Навчений персонал здатний ефективно використовувати і контролювати такі системи, що також підвищує безпеку судна. Додаткові фактори що підтверджують зв'язок енергоефективності судна з безпекою його експлуатації представлені в Табл. 1;

Таблиця 1. Фактори впливу енергоефективності на безпеку судна

Збільшення дальності плавання	Енергоефективність судна має прямий зв'язок із безпекою його експлуатації. Судно, яке споживає менше палива, здатне перевозити більше вантажу та має збільшену дальність плавання, що особливо важливо для магістральних переходів. Збільшення дедвейту та дальності плавання знижує необхідність у частих бункеруваннях та зменшує ризики навантаження, що призводить до зниження ризику виникнення аварійних ситуацій, зменшення ймовірності зіткнень з іншими суднами або потрапляння у штормові умови.
Зниження витрат на експлуатацію	Судно з більш ефективною системою управління енергоспоживанням може знизити витрати на паливо, що зменшує операційні витрати та підвищує економічну ефективність. Це може призвести до великих інвестицій у оновлення систем та модернізацію суднового обладнання, що також підвищує безпеку судна.
Зменшення викидів шкідливих речовин	Зменшення витрати палива тягне за собою зниження викиду шкідливих речовин у навколишнє середовище, що знижує вплив на морську екосистему та зменшує екологічні ризики
Зниження пожежних ризиків та небезпеки загорянь на борту	Судно, яке працює на ефективних та надійних системах енергопостачання, має меншу ймовірність спалаху. Це пов'язано з тим, що скорочується ризик перегріву двигунів, паливних систем та електрообладнання, що у свою чергу зменшує ймовірність виникнення пожежі на борту судна.
Скорочення часу на ремонт та технічне обслуговування	Судно, яке працює на ефективніших системах енергопостачання, може скоротити час на технічне обслуговування. Це пов'язано з тим, що менша кількість компонентів та більш надійні системи можуть скоротити час на ремонт та заміну деталей, що підвищує готовність судна до експлуатації та знижує ймовірність технічних збоїв під час плавання.
Відповідність міжнародним стандартам:	Міжнародна морська організація (ІМО) розробила набір рекомендацій та правил, спрямованих на зниження викидів шкідливих речовин у морське середовище та покращення енергоефективності суден. Судна, що відповідають цим стандартам, отримують міжнародні сертифікати, які підвищують їхню відповідність вимогам, що, у свою чергу, підвищує безпеку експлуатації.

Загалом енергоефективність судна є ключовим фактором, який підвищує його безпеку, економічну ефективність та екологічну стійкість. Отже, енергоефективність судна має важливе значення для безпеки та надійності його експлуатації, а також для скорочення ризиків, пов'язаних із екологічними та економічними факторами.

Для демонстрації сталого зв'язку між енергоефективністю та безпекою судна можна використовувати різні наукові методи, наприклад:

1. Експериментальний підхід – дозволяє встановити причинно-наслідковий зв'язок між змінними. Наприклад, можна провести експеримент, в якому одна група суден використовуватиме енергоефективні технології, а інша – ні, а потім порівняти їхній рівень безпеки.

2. Статистичний аналіз – дозволяє визначити ступінь значущості зв'язку між змінними, а також виявити відмінності та подібності у даних.

3. Аналіз експертних думок – дозволяє отримати інформацію від експертів у галузі судноплавства та оцінити вплив енергоефективності на безпеку судна.

Наприклад, можна виконати кореляційний аналіз, щоб визначити наявність зв'язку між енергоефективністю та безпекою судна. Для цього необхідно мати дані про енергоефективність та безпеку судна, наприклад, показники споживання палива, емісій, швидкості та маневреності судна, а також дані про аварії, інциденти та інші події на борту. Важливо, що кореляційний аналіз не дає причинно-наслідкових зв'язків між змінними а лише допомагає визначити наявність зв'язку та його силу.

Для більш точної оцінки впливу енергоефективності на безпеку судна необхідно використовувати такі методи, як експериментальний підхід або моделювання, які допомагають зрозуміти, як енергоефективність впливає на різні аспекти безпеки судна, наприклад, на ризик зіткнення, ймовірність виникнення пожежі або ймовірність технічних збоїв. Зразкова математична модель, що дозволяє оцінити вплив енергоефективності на безпеку судна, може мати такий вигляд:

$$S = f(E) \quad (1)$$

де S – безпека судна, E – рівень енергоефективності. Функція f визначає залежність між цими змінними.

Для конкретної задачі необхідно вибрати потрібну функцію, яка враховує особливості конкретного судна та умов його експлуатації. Наприклад, як функція можна використовувати логістичну функцію:

$$S = a / (1 + b \times \exp(-c \times E)) \quad (2)$$

де a , b , c – параметри функції, які можна визначити на основі даних дослідження.

Така функція дозволяє описати насичення ефекту: при збільшенні рівня енергоефективності рівень безпеки судна спочатку швидко зростає, але потім починає насичуватися і зростання стає повільніше.

Важливо відзначити, що така модель може мати обмежену точність, оскільки вона враховує лише один аспект безпеки судна і не враховує інших факторів, таких як метеоумови, кваліфікацію екіпажу, технічний стан судна тощо. Тому для отримання точніших результатів необхідно використовувати комплексний підхід та враховувати всі фактори, що впливають на безпеку судна.

Одним з підходів можна розглянути модель, засновану на машинному навчанні, метод вирішальних дерев. Вирішальне дерево – це алгоритм машинного навчання, який будує дерево рішень на основі навчальної вибірки, де кожен вузол є тестом на одній з ознак, а кожен лист – прогноз для цільової змінної. Приклад моделі на основі вирішальних дерев для оцінки впливу енергоефективності на безпеку судна може виглядати так:

$$S = f(E, F, T, V, M, A) \quad (3)$$

де S – безпека судна, E, F, T, V, M та A – ознаки, що характеризують енергоефективність судна: E – рівень енергоспоживання, F – рівень викидів, T – тип двигуна, V – швидкість судна, M – маневреність судна, A – вік судна. Функція f може бути представлена у вигляді дерева рішень, де кожен вузол є тестом на одній з ознак, а кожен лист – прогноз для безпеки судна.

Приклад, отриманий на основі дерева рішень, може бути лінійною комбінацією різних ознак, які впливають на безпеку судна. Коефіцієнти перед кожною ознакою відображають силу та напрямок впливу даної ознаки на безпеку судна:

$$S = -0.1 \times E + 0.3 \times F + 0.2 \times N + 0.5 \times V - 0.2 \times M - 0.1 \times A + 0.5 \quad (4)$$

У цьому прикладі коефіцієнти були визначені за допомогою алгоритму навчання дерева рішень на навчальній вибірці, що складається з даних про енергоефективність та безпеку судна.

Важливо те, що така модель може мати обмеження точності, особливо якщо вибірка даних недостатньо велика або не повністю представляє різноманітність умов експлуатації судна. Для отримання більш точних результатів необхідно використовувати більш розширені вибірки даних, а також більш складні методи машинного навчання, такі як нейронні мережі, які можуть ефективно обробляти складні залежності між ознаками і цільовою змінною. Крім того, при використанні такої моделі необхідно враховувати можливі фактори, які можуть вплинути на безпеку судна, такі як погодні умови, наявність інших суден у районі плавання тощо.

Припустимо, що енергоефективність судна дорівнює 0.85, при вантажопідйомності 5500 тонн, то судно буде класифіковано за рівнем «Висока безпека». Тоді якщо енергоефективність судна дорівнює 0.75 і вантажопідйомність дорівнює 6000 тонн, судно буде класифіковано як «Середня безпека». Якщо ж енергоефективність судна дорівнює 0.7 та вантажопідйомність дорівнює 4000 тонн, то судно буде класифіковано як «Низька безпека».

Для візуалізації залежності рівня безпеки судна від його енергоефективності та вантажопідйомності можна використовувати діаграму розсіювання з різними кольорами та формами точок для кожного класу безпеки. Для прикладу, припустимо, ми маємо такі дані про судна:

Таблиця 2. Показники суден

Судно	Енергоефективність	Вантажопідйомність	Рівень безпеки
1	0.85	5500	Висока
2	0.75	6000	Середня
3	0.70	4000	Низька
4	0.80	4800	Середня
5	0.90	6200	Висока

На основі даних про класифікацію рівнів безпеки судна для кожної комбінації енергоефективності та вантажопідйомності збудуємо графік залежності рівня безпеки судна від його енергоефективності та вантажопідйомності рис. 1.

На даному графіку точки представляють кожне з суден з певною енергоефективністю та вантажопідйомністю, забарвлену у колір відповідно до рівня безпеки судна, що дозволяє візуалізувати зв'язок між цими змінними та класифікацією безпеки. Такий графік може дати наочне уявлення про розподіл суден за різними рівнями безпеки залежно від їхньої енергоефективності та вантажопідйомності. Це допомагає краще зрозуміти, які комбінації енергоефективності та вантажопідйомності суден відповідають певним рівням безпеки та допомогти виявити паттерни, тенденції даних та зробити висновки про вплив енергоефективності та вантажопідйомності на безпеку судна.

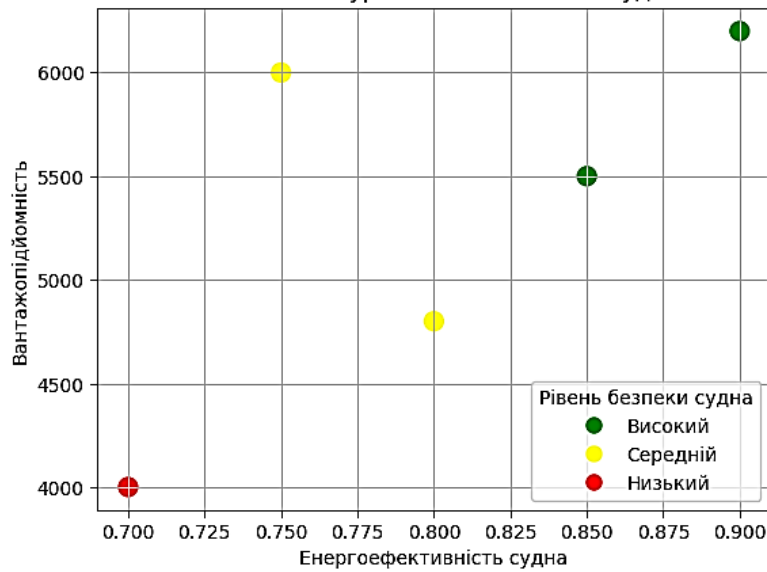


Рис. 1. Залежність рівня безпеки судна від представлених параметрів

Іншим прикладом може бути графічна модель дерева рішень, що використовується для прийняття рішень на основі умов та результатів. Таке дерево використовується для визначення рівня безпеки судна на основі його енергоефективності та вантажопідйомності та може враховувати не тільки енергоефективність та вантажопідйомність судна, але також технічний стан та навченість екіпажу. Кожен вузол у дереві представляє умову, основі якої відбувається прийняття рішення про класифікацію безпеки судна. В результаті застосування цього дерева рішень, судно також може бути класифіковано за рівнями, такими як «Низька безпека», «Середня безпека» або «Висока безпека» залежно від змінних значень.

У нашому прикладі першою умовою є енергоефективність судна. Якщо енергоефективність судна більша за 0.8, то судно класифікується як «Висока безпека». Якщо енергоефективність судна менша чи дорівнює 0.8, відбувається перевірка наступного умови, саме вантажопідйомності тощо (Рис. 2).

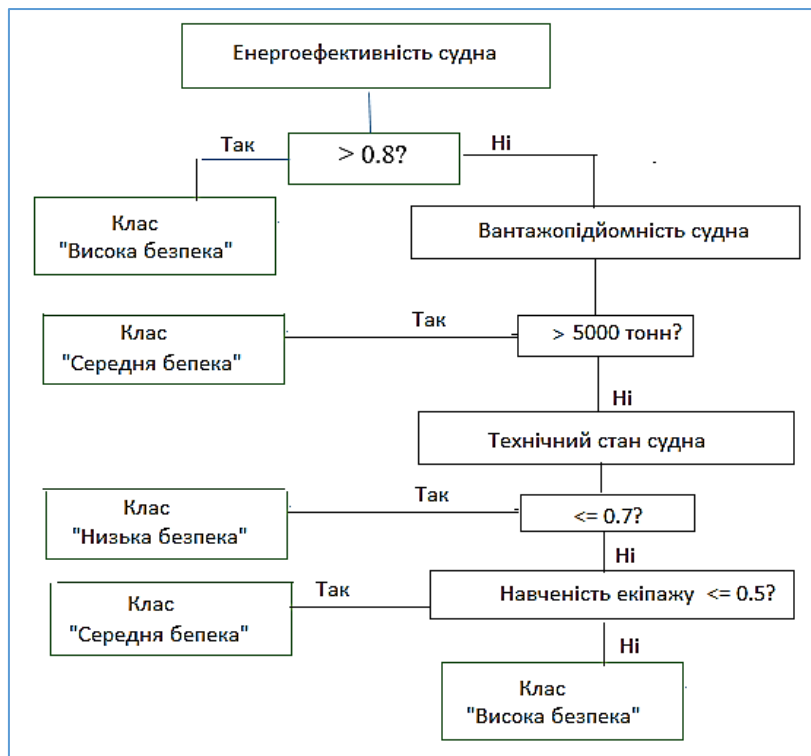


Рис. 2. Графічна модель дерева рішень

Дерево рішень може бути корисним інструментом для прийняття рішень у різних галузях, включаючи морські технології та безпеку судноплавства. Воно дозволяє швидко та легко оцінити взаємозв'язок між різними

факторами та прийняти рішення на основі результатів перевірки умов. Крім того, дерево рішень може бути використане для визначення оптимальної стратегії в різних ситуаціях, що може бути корисним у контексті судноплавства та безпеки мореплавання.

Загалом застосування математичних методів та статистичних аналізів може допомогти глибше вивчити взаємозв'язок між енергоефективністю та безпекою судна, а також визначити найбільш ефективні способи поліпшення цих характеристик. Ці методи можуть допомогти покращити енергоефективність та безпеку судна, що, у свою чергу, призведе до економічної вигоди та захисту навколишнього середовища:

1. Методи оптимізації визначення оптимальних значень параметрів судна, які забезпечують максимальну енергоефективність за збереження високого рівня безпеки. Це може бути особливо корисним при проектуванні нових суден або реконструкції існуючих.

2. Методи аналізу даних для виявлення залежностей між енергоефективністю судна та безпекою. Наприклад, можна провести кореляційний аналіз виявлення зв'язку між рівнем енергоспоживання судна і кількістю аварій, що відбуваються на борту.

3. Методи системного аналізу для оцінки взаємодії різних факторів, що впливають на енергоефективність та безпеку судна. Наприклад, можна використовувати системну динаміку для моделювання впливу змін в одному факторі (наприклад швидкості руху судна) на інші фактори (наприклад, рівень шуму або витрата палива).

4. Методи статистичного моделювання з метою оцінки ймовірності виникнення аварій на судні в залежності від різних факторів, таких як швидкість руху, погодні умови тощо.

5. Методи штучного інтелекту, такі як машинне навчання або нейронні мережі, для створення моделей, які можуть передбачати ймовірність виникнення аварій на судні на основі даних про енергоефективність та інші фактори. Існують різні методи оцінки енергоефективності, у тому числі з використанням математичних моделей та аналітичних інструментів. Для оцінки енергоефективності судна можна використовувати дані про його принципів розмірня, осадку, водотоннажність і енергоспоживання. Також важливими факторами можуть бути особливості плавання в конкретних умовах морського середовища та способи управління судном, як приклад, моделі для розрахунку гідродинамічних характеристик судна оптимізації його форми, що дозволить зменшити опір води та підвищити енергоефективність. Це не тільки дозволяє знизити витрати на паливо та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, але також сприяє підвищенню безпеки його експлуатації.

Висновки. Необхідність у продовженні досліджень у галузі енергоефективності та безпеки суден з метою розробки та впровадження нових технологій, методів та стандартів є актуальним завданням. Ці удосконалення дозволять оптимізувати експлуатацію суден, знизити їх негативний екологічний вплив та підвищити безпеку морського транспорту.

Показники енергоефективності судна мають прямий вплив на ймовірність виникнення аварійних ситуацій та на покращення реакції на них шляхом забезпечення більш точного керування судном та покращення його маневреності. Це особливо важливо в умовах обмеженого простору, сильних течій або при наближенні до небезпечних місць, де маневрування відіграє ключову роль у запобіганні зіткненням або аваріям. Впровадження енергоефективних систем автоматизації також сприяє підвищенню безпеки судна. Вони здатні оперативно надавати інформацію про використання палива, стан систем та обладнання, а також прогнозувати можливі проблеми або аварійні ситуації, що дозволяє екіпажу вчасно вживати заходів та запобігати негативним наслідкам.

Список використаних джерел

1. Jon, Min Hyok & Yu, Chung. (2023). Optimization of Ship Energy Efficiency Considering Navigational Environment and Safety. 10.1007/978-981-99-0373-3_1.
2. Ren, Bin & Guan, Wanli & Zhou, Qinyu & Wang, Zilin. (2023). EEG-Based Driver Fatigue Monitoring within a Human–Ship–Environment System: Implications for Ship Braking Safety. *Sensors*. 23. 4644. 10.3390/s23104644.
3. Li, Junman & Hu, Yaan & Wang, Xin & Diao, Mingjun. (2023). Operation safety evaluation system of ship lock based on extension evaluation and combination weighting method. *Journal of Hydroinformatics*. 10.2166/hydro.2023.130.
4. Sun, Chao & Wang, Haiyan & Liu, Chao & Zhao, Ye. (2019). Dynamic Prediction and Optimization of Energy Efficiency Operational Index (EEOI) for an Operating Ship in Varying Environments. *Journal of Marine Science and Engineering*. 7. 402. 10.3390/jmse7110402.
5. Wang, Kai & Li, Jiayuan & Huang, Lianzhong & Ma, Ranqi & Jiang, Xiaoli & Yuan, Yupeng & Mwero, Ngome & Negenborn, R.R. & Sun, Peiting & Yan, X.. (2020). A novel method for joint optimization of the sailing route and speed considering multiple environmental factors for more energy efficient shipping. *Ocean Engineering*. 216. 107591. 10.1016/j.oceaneng.2020.107591.
6. Yuan, Yupeng & Wang, Xiaoyu & Tong, Liang & Yang, Rui & Shen, Boyang. (2023). Research on Multi-Objective Energy Efficiency Optimization Method of Ships Considering Carbon Tax. *Journal of Marine Science and Engineering*. 11. 82. 10.3390/jmse11010082.
7. Zhang, Zhonghao & Liu, Ding. (2021). A cost-benefit analysis of fuel-switching vs. use MGO: A CHINA-Europe container route case. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 831. 012008. 10.1088/1755-1315/831/1/012008.
8. Onishchenko, O., Golikov, V., Melnyk, O., Onyshchenko, S., Obertiur, K. Technical and operational measures to reduce greenhouse gas emissions and improve the environmental and energy efficiency of ships. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2022, 116, 223-235. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.116.14>.
9. Мельник О.М. Огляд основних механізмів управління енергоефективністю та контролю за викидами з морських суден. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2021. № 197. С. 121–129. URL: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.197.2021.248314>.

Melnyk O. M.

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Navigation and Maritime Safety
Odesa National Maritime University, Ukraine*

E-mail: m.onmu@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9228-8459

ASSESSMENT OF THE ENERGY EFFICIENCY IMPACT ON THE SAFE OPERATION OF THE VESSEL

Abstract

The growing interest in energy-efficient solutions in maritime shipping is driven by the need to reduce emissions of harmful substances and optimize fuel costs. The article is devoted to the assessment of the impact of energy efficiency on the safety of ship operation, the main aspects of ship energy efficiency and their impact on navigation safety are considered. The principles of energy efficiency are analyzed and methods for assessing the relationship between energy efficiency and ship safety are reviewed. The results of this study will contribute to the realization of the importance of energy efficiency measures in shipping and the development of strategies to improve the safety of ship operations.

Key words: *energy efficiency, ship safety, ship operation, environmental impact, maritime transport, maneuverability, emergency situations, automation systems.*

References

1. Jon, Min Hyok & Yu, Chung. (2023). Optimization of Ship Energy Efficiency Considering Navigational Environment and Safety. 10.1007/978-981-99-0373-3_1.
2. Ren, Bin & Guan, Wanli & Zhou, Qinyu & Wang, Zilin. (2023). EEG-Based Driver Fatigue Monitoring within a Human–Ship–Environment System: Implications for Ship Braking Safety. *Sensors*. 23. 4644. 10.3390/s23104644.
3. Li, Junman & Hu, Yaan & Wang, Xin & Diao, Mingjun. (2023). Operation safety evaluation system of ship lock based on extension evaluation and combination weighting method. *Journal of Hydroinformatics*. 10.2166/hydro.2023.130.
4. Sun, Chao & Wang, Haiyan & Liu, Chao & Zhao, Ye. (2019). Dynamic Prediction and Optimization of Energy Efficiency Operational Index (EEOI) for an Operating Ship in Varying Environments. *Journal of Marine Science and Engineering*. 7. 402. 10.3390/jmse7110402.
5. Wang, Kai & Li, Jiayuan & Huang, Lianzhong & Ma, Ranqi & Jiang, Xiaoli & Yuan, Yupeng & Mwero, Ngome & Negenborn, R.R. & Sun, Peiting & Yan, X.. (2020). A novel method for joint optimization of the sailing route and speed considering multiple environmental factors for more energy efficient shipping. *Ocean Engineering*. 216. 107591. 10.1016/j.oceaneng.2020.107591.
6. Yuan, Yupeng & Wang, Xiaoyu & Tong, Liang & Yang, Rui & Shen, Boyang. (2023). Research on Multi-Objective Energy Efficiency Optimization Method of Ships Considering Carbon Tax. *Journal of Marine Science and Engineering*. 11. 82. 10.3390/jmse11010082.
7. Zhang, ZhongHao & Liu, Ding. (2021). A cost-benefit analysis of fuel-switching vs. use MGO: A CHINA-Europe container route case. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 831. 012008. 10.1088/1755-1315/831/1/012008.
8. Onishchenko, O., Golikov, V., Melnyk, O., Onyshchenko, S., Obertiur, K. Technical and operational measures to reduce greenhouse gas emissions and improve the environmental and energy efficiency of ships. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. 2022, 116, 223–235. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2022.116.14>.
9. Onyshchenko, C., Melnyk, O., Voloshyn, A., Kalinichenko, Ye., Zayats, C. (2021). Overview of the main mechanisms for energy efficiency management and emission control from ships. *Collection of scientific papers of the Ukrainian State University of Railway Transport*, 197, 121–129. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.197.2021.248314>. [in Ukrainian].



ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

UDC 378.147:636.09:591.1:004.738

Stepanov O. D.

*Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor,
Assistant of the Department of veterinary Obstetrics, internal Pathology and
Surgery Higher Educational Institution "Podillia State University",
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: astepanov69@ukr.net,
ORCID: 0000-0003-2432-0490*

USE OF THE MOODLE LEARNING PLATFORM BY STUDENTS-VETERINARIANS STUDYING OPERATIVE SURGERY

Abstract

In today's world, there are hundreds of electronic educational systems that help teachers convey their knowledge to students and facilitate their learning. The most famous and popular e-learning platform is Moodle. It is an open-access program that allows anyone who wishes to take advantage of its educational opportunities to join.

The number of visitors to Moodle has significantly increased in recent years, especially due to the transition of a large number of students to distance education.

According to current data, Moodle is being used as a platform for various forms of distance learning. Its utilization at universities enhances students' interest in studying academic disciplines, improves their success and satisfaction with learning, and contributes to resolving issues of academic integrity, ethics, and safety.

Research was conducted with a group of 40 students from the Faculty of Veterinary Medicine and Technology in Livestock. Surveys, observations, and questionnaires were used to gather data on the use of the Moodle educational platform by students studying operative surgery.

The research revealed that all students studying operative surgery utilize the Moodle educational platform.

Regarding students' attitudes towards Moodle, data shows that 70% of students perceive the platform as a useful learning tool, while 30% view it merely as a means of earning points. The study of students' frequency of visits to the educational platform indicated that, even in the traditional form of education, 70% of students regularly use Moodle. Additionally, 30% of students only engage with Moodle towards the end of the semester. Furthermore, 80% of students visit Moodle after class to review the material, whereas 20% access the educational platform before class for preliminary familiarization with the topic.

The research also found that, in addition to lectures, laboratory exercises, and tests, all students utilize videos and presentations available on the Moodle platform. However, 30% of students did not familiarize themselves with the course abstract and the work program of the discipline, 40% do not use the recommended sources, and only 10% utilize the glossary.

It was established that all students prefer the traditional classroom format for lecture sessions, with the option to access lecture materials on the Moodle platform.

Key words: Moodle, Learning management systems, Education, e-learning, Veterinary medicine, Operative surgery.

Introduction. In Ukraine, alongside traditional education, an electronic format is legally regulated and used, as stated in the Regulation on distance learning approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 466 dated 04/25/2013 [11].

E-learning has experienced significant growth, particularly since 2020 with the onset of the COVID-19 pandemic, which has limited face-to-face learning opportunities for educational institutions worldwide [9]. Institutions have had to adapt to constraints that affected conventional forms of learning, assessment, research, and scientific discourse [3].

The information educational environment relies on electronic learning platforms known as Learning Management Systems (LMS), which facilitate the interaction between traditional learning methods and digital learning resources, providing students with personalized electronic learning opportunities [1]. Among LMSs, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) is the most popular, according to a recent systematic review of LMS trends [2].

As of January 2023, Moodle is utilized by over 331 million users worldwide, with 165,000 active sites registered in 243 countries, encompassing 42 million courses [11]. Martin Dougiama from Australia is the main developer of the system, with numerous other programmers contributing to its improvement [8].

This open-source e-learning system can be downloaded from the official Moodle website, moodle.org. To access the program online, Moodle must be installed on web hosting, which is typically registered or purchased for an active period. Additionally, there are various Moodle service providers that offer both free and paid services [5].

Current data suggests that Moodle is primarily used in university academic disciplines and effectively enhances academic performance, learning satisfaction, and student engagement. Moodle serves as a platform for adaptive and collaborative learning, as well as for online assessment. Its usage is rapidly evolving to address issues of academic integrity, ethics, and security, improve speed and navigation, and incorporate artificial intelligence [10].

While the use of the educational platform Moodle in veterinary education is known [4, 10], there is limited information available regarding its impact on the quality of training for veterinary surgeons. Conversely, there is data on the positive impact of educational videos hosted on YouTube [6] and social networks [7] on the quality of veterinary surgeon training.

The purpose of the conducted research was to establish the value of the Moodle educational platform in the study of surgical surgery by veterinary students. Task: to determine the impact of the use of the Moodle platform in the educational process; to investigate in which study periods students most often visit the Moodle educational platform; to determine which elements of the Moodle course are preferred by students studying operative surgery; to provide a comparative assessment of students' attitude to elements of traditional classroom learning with those available on the Moodle platform.

Materials and methods. Research work was carried out in the spring of 2023 on a group of 40 students of the III and II short-term courses of the Faculty of Veterinary Medicine and Technology in Livestock of the Higher Education Institution "Podilskyi State University". The research involved an analysis of information sources on the use of the Moodle educational platform in higher education. Surveys, observations, and questionnaires were utilized to gather data on the use of the Moodle platform by students studying operative surgery.

Results and discussion. The findings of the study revealed that all surveyed students from the Faculty of Veterinary Medicine and Technology in Livestock utilized the Moodle educational platform. This outcome was expected, considering the long period of distance learning due to the pandemic and martial law. However, the data obtained indicated that students had different attitudes towards the educational platform. The majority of students used Moodle to enhance their understanding of the discipline. However, for some users, Moodle was seen as a mandatory component of the educational process that could not be avoided.

Figure 1 presents data on the purposes for which students use the Moodle platform.

According to the data we obtained, it is evident that if it were possible to pass a course credit without scoring points in Moodle, 30% of respondents would choose not to use the platform. This result can be attributed more to the students' attitude towards surgical work rather than the educational platform itself. Previous studies have demonstrated that some students do not envision themselves as future surgeons [11]. Consequently, their interest in studying the discipline is primarily driven by the curriculum requirements.

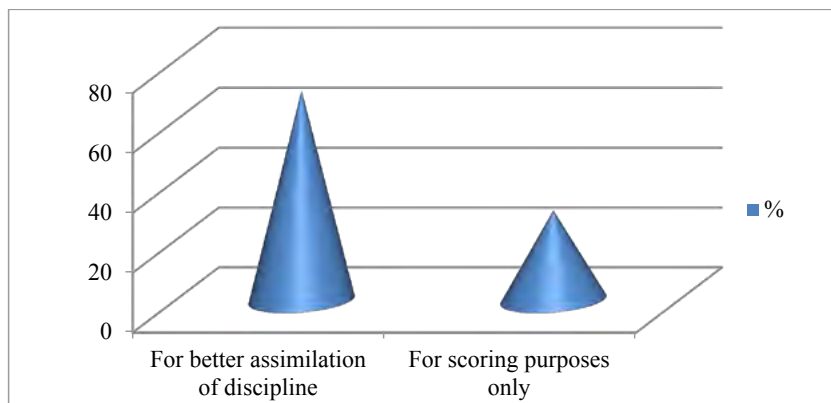


Fig. 1. Students' use of the Moodle platform

We conducted a study on the frequency of students' use of the Moodle platform for studying operative surgery. The survey results are depicted in Figure 2.

As indicated by the data we collected, even with traditional forms of education, the majority of students regularly utilize Moodle, particularly after class to study the material. However, nearly one-third of respondents stated that they

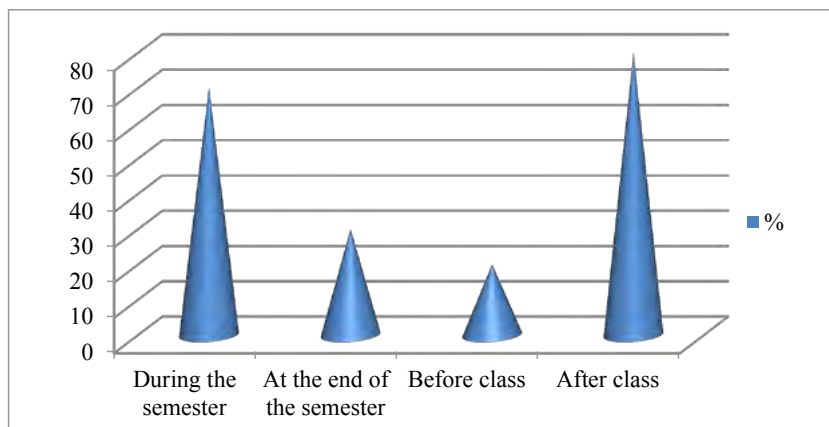


Fig. 2. Frequency of using the Moodle platform

only engage with Moodle towards the end of the semester. Additionally, one-fifth of participants access Moodle prior to class to familiarize themselves with the topic.

It is evident that the frequency of students' visits to the Moodle educational platform is primarily influenced by their attitude towards the academic discipline. Those who are highly interested in the subject proactively explore the topic before the classroom session, while those who do not plan to pursue a career in surgery solely access Moodle prior to the session.

Since the training course on the Moodle platform encompasses various components, our research aimed to determine students' attitudes towards these individual components.

As shown in Figure 3, it was discovered that an equal number of students utilize all components of the course and those who only engage with components involving the calculation of points. Additionally, the students' interest in the lesson topic was found to be significant.

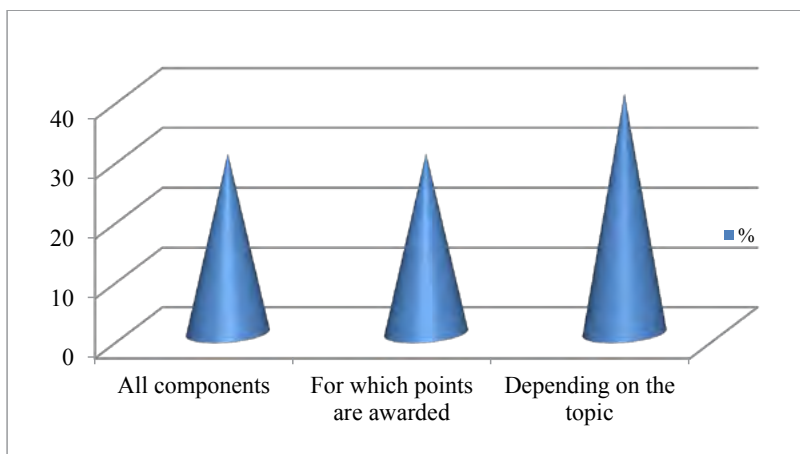


Fig. 3. Using Moodle components

Based on our survey results, it was observed that all students attend lectures, laboratory classes, and respond to test questions, which are mandatory components of the Moodle training course that offer point allocations. As for the supplementary components, 100% of students utilize videos and presentations.

There are publications highlighting the positive impact of surgical videos on students studying operative surgery [11]. Other authors have reported the primary use of presentations from the Moodle platform by veterinary students [9].

According to the data we received (Fig. 4), almost a third of students did not familiarize themselves with the course abstract and the work program of the discipline, a fourth of the respondents do not use the recommended sources, and only one in ten uses the glossary.

This attitude of students to the course components can be explained by the habit formed by traditional education, when only what is written in the lecture or written in the corresponding paragraph of the textbook is taught. At the same time, the conscientiousness of the student and his motivation to study are also important.

Because the students who participated in the study receive a blended learning experience, they can evaluate both traditional and distance e-learning delivered through the Moodle learning platform. In connection with the specifics of conducting laboratory classes, which require mandatory work with animals, we inquired about the attitude of students

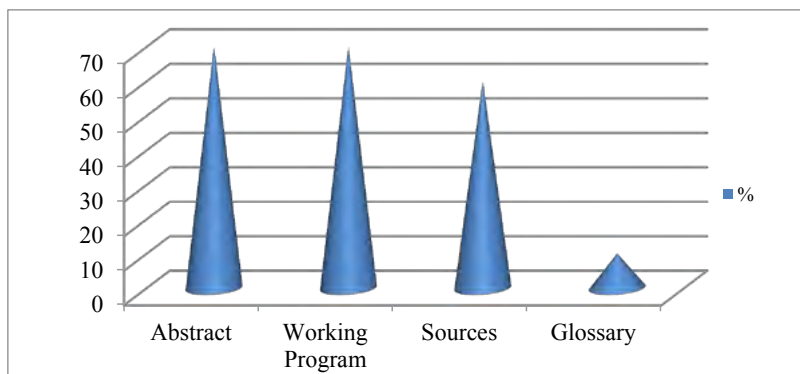


Fig. 4. Using the components of the training course

to various forms of lectures. As a result, data were obtained, according to which 60% of students prefer traditional classroom classes (Fig. 5).

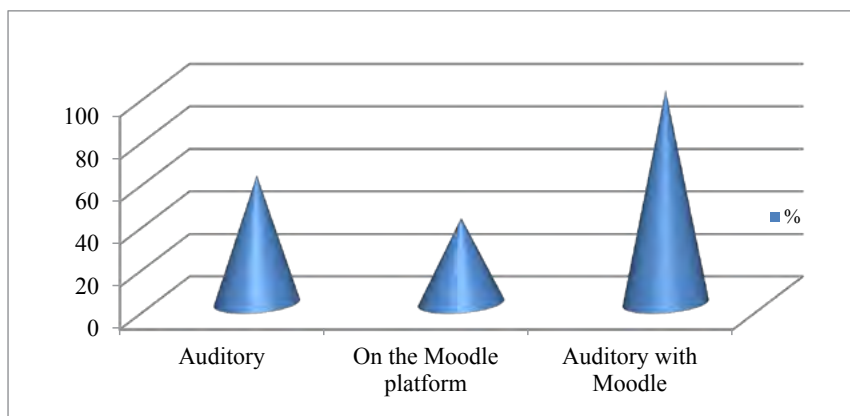


Fig. 5. Attitude of students to the lecture format

This result can obviously be explained by the desire of most students to listen to the teacher's explanation, with the opportunity to ask questions and get additional clarifications.

Others are satisfied with the possibility of accessing the lecture material on an electronic platform. At the same time, it is important to familiarize yourself with the lecture not according to the schedule, but at a time convenient for the student.

However, all students agree that the best option is to listen to the lecture with the possibility of accessing it on the Moodle platform.

Conclusions:

1. The use of the Moodle educational platform is widespread among students studying operative surgery, as all students in the study utilize it.

2. The majority of students (70%) perceive the Moodle platform as a valuable learning tool, while the remaining 30% primarily view it as a means of earning points.

3. Even in traditional forms of education, a significant proportion of students (70%) regularly engage with Moodle, with 30% utilizing it towards the end of the semester. The majority of students (80%) access Moodle after class to study the material, while 20% use it before class for preliminary familiarization with the topic.

4. In addition to lectures, laboratory exercises, and tests, students make use of videos and presentations available on the Moodle platform. However, a notable portion of students (30%) did not familiarize themselves with the course abstract and work program, and a significant proportion (40%) do not utilize the recommended sources. Only a small percentage (10%) of students utilize the glossary.

5. Despite the availability of online resources, all students still prefer the traditional classroom lecture format, with the option to access lecture materials on the Moodle platform.

Prospects for further research. The work conducted opens opportunities for researching the impact of using Moodle on the quality of training of veterinary surgeons. The obtained results will contribute to the organization of more effective use of the electronic platform in the educational process at the veterinary faculty of the university.

References

1. Aljawarneh S.A. Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*. 2020. 32(1). 57–73. DOI: 10.1007/s12528-019-09207-0
2. Altinpulluk H., Kesim M. A systematic review of the tendencies in the use of learning management systems. *The Turkish Online Journal of Distance Education*. 2021. 22(3), 40–54. DOI: 10.17718/tojde.961812
3. Byrnes K. G., Kiely P.A., Dunne C. P., McDermott K.W. Communication, collaboration and contagion: “Virtualisation” of anatomy during COVID-19. *Clinical Anatomy*. 2021. 34 (1), 82–89. DOI: 10.1002/ca.23649
4. Gudea N., Faragau-Dragos M., Gudea A. E-learning platform in Faculty of Veterinary Medicine Cluj-Napoca - the students perception in 2018. *JOURNAL OF EDUCATIONAL SCIENCES & PSYCHOLOGY*. 2019. V. IX (LXXI). N. 1. 65–72.
5. Limongelli C., Sciarrone F., Vaste G. Personalized e-learning in Moodle: the Moodle_LS System. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*. 2011. 7(1). 49–58. DOI: 10.1109/ICALT.2012.110
6. Oleksandr Stepanov. Usage of the Educational Video by Students-Veterinarians Who are Studying Operative Surgery. *Pedahohichnyi dyskurs*. 2021. 30. 24–31. DOI: 10.31475/ped.dys.2021.30.03
7. Oleksandr Stepanov. Vykorystannia sotsialnykh merezh studentamy-veterynaramy, shcho vyvchaity veterynarnu khirurgiiu. *Pedahohichnyi dyskurs*. 2020. 28, 32–38. DOI: <https://orcid.org/0000-0003-2432-0490>
8. Pavlovych L.B., Bilous I.I. Features of distance learning system Moodle. *Sciences of Europe*. 2019. 39. 14–15.
9. Raza S.A., Qazi W., Khan K.A., Salam J. Social isolation and acceptance of the Learning Management System (LMS) in the time of COVID-19 pandemic: An expansion of the UTAUT model. *Journal of Educational Computing Research*. 2021. 59 (2), 183–208. DOI: 10.1177/0735633120960421
10. Sithara H.P., Gamage W., Ayres J.R., Behrend M.B. A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education*. 2022. 9. 9. DOI: 10.1186/s40594-021-00323-x
11. Vodopianova L.A., Denisova O.M., Zhukova I.O., Bobrytska O.M. Orhanizatsiia dystantsiinoho navchannia z vykorystanniam elektronnoi navchalnoi platformy MOODLE ta videokhostynha YouTube pry vykladanni dystsypliny “Fiziolohiia tvaryn”. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho*. 2023. T. 25. № 98. 19–21. DOI:10.32718/nvlvet-a9803

Степанов О. Д.

кандидат ветеринарних наук, доцент, асистент кафедри ветеринарного акушерства,
внутрішньої патології та хірургії,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

Камянець-Подільський, Україна

E-mail: astepanov69@ukr.net

ORCID: 0000-0003-2432-0490

ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ MOODLE СТУДЕНТАМИ-ВЕТЕРИНАРАМИ, ЩО ВИВЧАЮТЬ ОПЕРАТИВНУ ХІРУРГІЮ

Анотація

У сучасному світі функціонують сотні електронних освітніх систем, які допомагають викладачам донести свої знання до студентів, а здобувачам освіти краще їх засвоїти. Найвідомішою і найпопулярнішою електронною навчальною платформою є Moodle. Це програма з відкритим доступом, до якої можуть долучатися всі бажаючі скористатися її освітніми можливостями.

Кількість відвідувачів Moodle особливо зросла впродовж останніх років у зв'язку з переходом значної частини студентів на дистанційну форму навчання.

Згідно із сучасними даними, Moodle використовується як платформа для різних форм дистанційного навчання. Використання Moodle в університеті підвищує інтерес студентів до вивчення навчальних дисциплін, підвищує успішність та задоволення від навчання, сприяє вирішенню питань академічної доброчесності, етики та безпеки.

Дослідницька робота проводилася з групою студентів факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві у кількості 40 осіб. З метою отримання даних стосовно використання навчальної платформи Moodle студентами, що вивчають оперативну хірургію, застосовувалися такі методи, як опитування, спостереження, анкетування.

У ході досліджень було встановлено, що всі студенти, які вивчають оперативну хірургію, використовують навчальну платформу Moodle.

Стосовно ставлення студентів до Moodle були отримані дані, згідно з якими 70% студентів сприймають платформу Moodle як корисний інструмент навчання, 30% – як засіб для набирання балів.

Вивчення періодичності відвідування студентами навчальної платформи показало, що навіть за традиційної форми навчання 70% студентів регулярно використовує Moodle, 30% працює з Moodle лише в кінці семестру, 80% студентів відвідує Moodle після заняття з метою вивчення матеріалу, 20% заходить на навчальну платформу перед заняттям для попереднього ознайомлення з темою.

Було з'ясовано, що, окрім лекцій, лабораторних занять і тестів з навчального курсу, на платформі Moodle всі студенти використовують відео і презентації. 30% студентів не ознайомлювалися з анотацією курсу та робочою програмою дисципліни, 40% не використовує рекомендовані джерела і лише 10% користується глосарієм.

Встановлено, що всі студенти віддають перевагу традиційному аудиторному формату лекційного заняття з можливістю доступу до матеріалу лекції на платформі Moodle.

Ключові слова: Moodle, системи управління навчанням, освіта, електронне навчання, ветеринарна медицина, оперативна хірургія.

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 2(39) 2023

Issue 2(39) 2023

Адреса редакції:

вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський
Хмельницької області, 32316
тел. (03849) 2-43-55; 6-83-24;
e-mail: main@pdatu.edu.ua

Editorial Office:

13, Shevchenko St., Kamianets-Podilskyi,
Ukraine, 32316
tel. (03849) 2-43-55; 6-83-24;
e-mail: main@pdatu.edu.ua

Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Тел.: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7623 від 22.06.2022 р.

Publishing House "Helvetica"
6/1 Inglezi, Odessa, 65101
Phone +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Certificate of the subject of publishing business
DK No. 7623 dated June 22, 2022