

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 30



Видавничий дім
«Гельветика»
2025

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення No 1553 від 09.05.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-04609.

Журнал включений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») зі спеціальностей Е2 «Екологія», Н1 «Агрономія» відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3); зі спеціальностей С1 «Економіка» відповідно до Наказу МОН України від 25.10.2023 № 1309 (додаток 4).

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 10 від 25 квітня 2025 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Члени редакційної колегії:

Антощенкова Віталіна Володимирівна – доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри глобальної економіки, Державний біо-технологічний університет;

Афанасьєва Оксана Геннадіївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії фіто-патології, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Барсукова Олена Анатоліївна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

Білявська Людмила Григорівна – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри селекції, насінництва і генетики, Полтавський державний аграрний університет МОН України;

Височанська Марія Ярославівна – доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроєкології і природокористування Національної академії аграрних наук України;

Вольвач Оксана Василівна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

Грановська Людмила Миколаївна – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гришова Інна Юріївна – доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НААН, помічник директора з міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гуторов Олександр Іванович – доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій, агроєкологічних і економічних досліджень, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Домарацький Євгеній Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет;

Сгорова Тетяна Михайлівна – доктор сільськогосподарських наук, доцент, головний науковий співробітник, доцент кафедри екології, Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України;

Заєць Сергій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ковальова Ірина Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, директор, Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України;

Косенко Надія Павлівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Кулик Максим Іванович – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри селекції, насінництва і генетики, Полтавський державний аграрний університет МОН України;

Лавриненко Юрій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ломовських Людмила Олександрівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри глобальної економіки, Державний біотехнологічний університет;

Ма Сянфей (Ma Xiangfei) – доктор філософії, професор, Ханчжоуський університет Діанзі (Hangzhou Dianzi University, Ханчжоу, Китай);

Мірзоєв Натіг Сархад огли – Ph.D з економіки, доцент, декан факультету «Бізнес та управління», Західно-Каспійський університет (Баку, Азербайджан);

Петрзак Стефан (Pietrzak Stefan) – доктор наук, професор, завідувач відділу якості води, Технологічний та природничий інститут (Рашин, Польща);

Пілярська Олена Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Стригун Олександр Олексійович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Хандакар Рафік Іслам (Khandakar Rafiq Islam) – доктор наук, старший науковий співробітник, доцент, Державний університет Огайо, (Огайо, США);

Чугай Ангеліна Володимирівна – доктор технічних наук, професор, декан природоохоронного факультету, Одеський державний екологічний університет;

Шебаніна Олена Вячеславівна – доктор економічних наук, професор, декан факультету менеджменту, Миколаївський національний аграрний університет;

Яковенко Роман Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри плідництва і виноградарства, Уманський національний університет садівництва.

У журналі подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань аграрних наук і продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунто-твірних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнологій, економіки виробництва.

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Мови видання: українська, англійська, польська, німецька, іспанська.

Адреса редакційної колегії:

Видавничий дім «Гельветика», м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1

Телефон: +38 (050) 835 07 12, e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua

www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України, 2025

ISSN 2709-4405

ЗМІСТ

НАШІ ЮВІЛЯРИ	7
Вожеговій Раїсі Анатоліївні – ювілей.....	7
МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО	10
Александрова Т.Ю. Оцінка за врожайністю та якістю індетермінантних гібридів рожевоплідного помідора для зимових теплиць Степової зони України.....	10
Алексєєв О.О., Врадій О.І. Вивчення інтенсивності накопичення важких металів рослинами буркуну білого (<i>Melilotus Albus</i>) на ґрунтах, що зазнали впливу бойових дій.....	18
Байда М.П. Особливості формування продуктивності сої під впливом мікродобрив та регуляторів росту.....	25
Безвіконний П.В. Динаміка вмісту хлорофілів у листках буряків кормових в умовах Західного Лісостепу.....	30
Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Ліхущина Г.А., Лапко О.Б. Вплив амінокислотних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої різних різновидів.....	35
Вожегова Р.А., Балабаш В.С. Формування насінневої продуктивності ріпаку озимого за умов зміни клімату.....	41
Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Енергетичний аналіз технології вирощування сортів сої залежно від елементів агротехнології за умов зрошення.....	47
Guliyeva L., Yildirim Y., Abbasova T., Ince I., Gümüştaş B., Cumaoğlu A., Yazarbaş G., Böke Sarikahya N. Chemical characterization, neurodegenerative and antioxidant potentials of two different hawthorn (<i>Crataegus</i> species) fruits from Azerbaijan.....	53
Дєдх І.В., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Світлакова А.С., Міщенко С.В., Марченко В.Д. Ефективність дії сучасних інсектицидів в системі захисту посівів соняшнику від бавовникової совки (<i>Helicoverpa armigera</i> Hb) в умовах Півдня України.....	62
Дрозд О.М., Шувар А.М., Шувар Н.Б. Наукове обґрунтування реалізації потенціалу технічних культур в агротехнологіях Лісостепу України (оглядова).....	69
Жураковський І.С., Станкевич С.В., Жукова Л.В., Горяїнова В.В., Кошеляєва Я.О. Основні хвороби ріпака в Україні.....	78
Карашук Г.В., Ільчук В.Т., Казанок О.О. Вплив фону живлення і ширини міжрядь на довжину головного стебла та урожайність сортів гарбуза столового на Півдні України.....	88
Климишена Р.І., Гораш О.С. Агробіологічні особливості процесу вирощування ячменю ярого за диференційованих строків сівби на основі аналізу параметрів маси зернівки.....	94
Кривенко А.І., Бондар Л.П., Джам М.А., Михайленко С.В., Балан Г.О. Фунгіцидний контроль капусти білокачанної проти альтернаріозу (<i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc) в умовах Лісостепу України.....	99
Кривенко А.І., Трандафір І.В., Шушківська Н.І. Фітофаги гороху в умовах Одеської області.....	104
Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Ефективність застосування мікродобрив у позакореновому підживленні сої.....	110
Ольховський А.С. Автоматизація процесів очищення, фасування та зберігання зернових.....	116
Павлова Я.С. Об'ємна маса ґрунту залежно від попередників та його обробітку за вирощування ячменю ярого в Правобережному Лісостепу України.....	122
Писаренко П.В., Самойлік М.С., Галицька М.А., Шпирна В.Г., Жилін О.С., Олійник А.О. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та бішофіту.....	128
Ратушний Є.В., Станкевич С.В., Забродіна І.В., Меленті В.О., Немерицька Л.В. Шкідники гірчиці в Україні та світі: розширений огляд.....	135
Svydenko S.V., Valentiuk N.O. Introduction and use of <i>Monarda fistulosa</i> L. in the world and in Ukraine.....	141
Томчук О.М. Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення.....	151
Цицюра Я.Г. Роль кореневої біомаси редьки олійної у формуванні її потенційної сидеральної продуктивності.....	162
Шкатула Ю.М., Білецький О.В. Роль сорту в зональній технології вирощування квасолі звичайної (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	173

Яценко Л.А., Ювчик Н.О. Винос та баланс елементів живлення за вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті.....	180
СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО	187
Гудим О.В., Гопцій Т.І., Лиманська С.В. Удосконалення способу визначення мітотичної активності в корінцях амаранту.....	187
Дідур І.М., Голованюк А.Б. Стан та перспективи виробництва сої в Україні.....	193
Діянова А.О., Кулик М.І. Формування урожайності сої залежно від сортового складу та умов вирощування.....	197
Долгальова Ю.А., Лозінський М.В., Юрченко А.І., Устинова Г.Л., Самойлик М.О. Формування показників якості зерна у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів пшениці озимої.....	204
Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Сіроштан А.А., Судденко Ю.М., Мурашко Л.А., Дубовик Н.С., Сабатин В.Я. Посівні якості насіння пшениці озимої залежно від впливу попередників і строків сівби.....	214
Кравченко Н.В., Подгасцький А.А., Гнітецький М.О., Ключевич М.М., Можарівська І.А., Жалдак С.І. Ефективність використання трихограми агродронами.....	220
Пилипенко О.В., Білявська Л.Г. Сортові особливості господарської довговічності насіння сої.....	226
Писаренко Н.В., Фурдига М.М., Захарчук Н.А., Гордієнко В.В. Скринінг гібридів та сортів картоплі на стійкість до іржавої плямистості бульб в умовах Центрального Полісся України.....	231
Юрків З.М., Матусяк М.В., Циганська О.І., Амонс С.Е. Репродуктивний потенціал сосни звичайної (Pinus silvestris L.) фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини.....	244
ЕКОНОМІКА	255
Huseynova N.L. Automation of innovative activity in the management system.....	255
Рудь В.П., Шабля О.С., Терьохіна Л.А., Мельник О.В., Полагенько О.С. Ринок часнику в Україні. Проблеми та перспективи розвитку.....	262
СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО	255
Зелінський Ю.А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України.....	270
ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК	277

CONTENTS

OUR ANNIVERSARY CELEBRANTS.....	7
Raisa Anatoliivna Vozhehova's Anniversary.....	7
MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....	10
Aleksandrova T.Yu. Assessment of yield and quality of indeterminate hybrids of pink-fruited tomato for winter greenhouses of the Steppe zone of Ukraine.....	10
Alieksieiev O.O., Vradii O.I. Study of the intensity of accumulation of heavy metals by <i>Melilotus albus</i> plants on soils affected by hostilities.....	18
Baida M.P. Peculiarities of soybean productivity formation under the influence of micronutrients and growth regulators.....	25
Bezvikonny P.V. Dynamics of chlorophyll content in fodder beet leaves in the conditions of the Western Forest-Steppe.....	30
Viniukov O.O., Bondareva O.B., Likhushina H.A., Lapko O.B. The influence of amino acid growth regulators on the growth and development of winter wheat plants of different varieties.....	35
Vozhehova R.A., Balabash V.S. Formation of winter rapeseed seed productivity in climate change conditions.....	41
Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O. Energy analysis of the technology of growing soybean varieties depending on the elements of agricultural technology under irrigation conditions.....	47
Guliyeva L., Yildirim Y., Abbasova T., Ince I., Gümüştas B., Cumaoğlu A., Yazarbaş G., Böke Sarikahya N. Chemical characterization, neurodegenerative and antioxidant potentials of two different hawthorn (<i>Crataegus</i> species) fruits from Azerbaijan.....	53
Diedukh I.V., Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O., Svitlakova A.S., Mishchenko S.V., Marchenko V.D. The effectiveness of modern insecticides in the system of protection of sunflower crops from cotton bollworm (<i>Helicoverpa armigera</i> Hb) in the conditions of the Rooster of Ukraine	62
Drozd O.M., Shuvar A.M., Shuvar N.B. Scientific substantiation of the realization of the potential of industrial crops in agrotechnologies of the Forest-Steppe of Ukraine (review).....	69
Zhurakovskiy I.S., Stankevych S.V., Zhukova L.V., Goryainova V.V., Koshelyaeva Ya.O. Main diseases of rapeseed in Ukraine.....	78
Karashchuk G.V., Ilchuk V.T., Kazanok O.O. The influence of fertilization background and row spacing on the main stem length and yield of table pumpkin varieties in the South of Ukraine.....	88
Klymyshena R.I., Horash O.S. Agrobiological features of the process of spring barley growing at differentiated sowing dates based on the analysis of grain weight parameters	94
Kryvenko A.I., Bondar L.P., Dzham M.A., Mykhaylenko S.V., Balan G.O. Fungicidal control of white cabbage against <i>Alternaria brassicae</i> (Berk.) Sacc in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine.....	99
Kryvenko A.I., Trandafir I.V., Shushkivska N.I. Pea phytophages in the conditions of Odessa region	104
Moldovan Zh.A., Moldovan V.G. The effectiveness of microfertilizer application in foliar feeding of soybeans.....	110
Olkhovskiy A.S. Automation of grain cleaning, packaging, and storage processes.....	116
Pavlova Ya.S. Soil bulk density depending on preceding crops and its tillage during the cultivation of spring barley in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.....	122
Pysarenko P.V., Samojlik M.S., Galytska M.A., Shpyrna V.H., Zhylin O.S., Oliynyk A.O. Improving the quality of organic fertilizers through the use of probiotics and bischofite.....	128
Ratushnyi Ye.V., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O., Nemerytska L.V. Mustard pests in Ukraine and the world: an extended overview.....	135
Svydenko S.V., Valentiuk N.O. Introduction and use of <i>Monarda fistulosa</i> L. in the world and in Ukraine.....	141
Tomchuk O.M. Formation of quality of winter rape seeds depending on the complex variants of its fertilization.....	151
Tsytsyura Ya.G. The role of oil radish root biomass in the formation of its potential green manure productivity.....	162
Shkatula Yu.M., Biletskyi O.V. The role of variety in zonal technology of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cultivation.....	173

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Removal and balance of nutrients in winter wheat cultivation on sod-podzolic soil.....	180
BREEDING, SEED PRODUCTION	187
Hudym O.V., Hoptsi T.I., Lymanska S.V. Improvement of the method for determining mitotic activity in amaranth roots.....	187
Didur I.M., Holovanyuk A.B. Status and prospects of soybean production in Ukraine.....	193
Diyanova A.O., Kulyk M.I. Formation of soybean yield depending on varietal composition and growing conditions....	197
Dolhalova Yu.A., Lozinskyi M.V., Yurchenko A.I., Ustynova H.L., Samoilyk M.O. Formation of grain quality indicators in spelt-like Chernobyl radiomutants of winter wheat.....	204
Kyrylenko V.V., Humeniuk O.V., Siroshtan A.A., Suddenko Yu.M., Murashko L.A., Dubovyk N.S., Sabadyn V.Ya. Sowing qualities of seeds under the influence of predecessors and sowing dates in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine.....	214
Kravchenko N.V., Podhayetskyi A.A., Hnitetskyi M.O., Klyuchevich M.M., Mozharovskaya I.A., Zhaldak D.S. The effectiveness of using Trichogramma by agricultural drones.....	220
Pylypenko O.V., Biliavska L.H. Varietal features of agricultural longevity of soybean seeds.....	226
Pysarenko N.V., Furdyha M.M., Zakharchuk N.A., Hordiienko V.V. Screening of potato hybrids and varieties for resistance to rust spot in tubers under the conditions of Central Polissia of Ukraine	231
Yurkiv Z.M., Matusiak M.V., Tsyhanska O.I., Amons S.E. Reproductive potential of Scots pine (Pine silvestris L.) of Finnish origin on a clonal plantation in Vinnytsia region.....	244
ECONOMICS	255
Huseynova N.L. Automation of innovative activity in the management system.....	255
Rud V.P., Shablia O.S., Teryokhina L.A., Melnyk O.V., Polahenko O.S. Garlic market in Ukraine. Problems and prospects for development.....	262
PAGE OF A YOUNG SCIENTIST	255
Zelinskyi Yu.A. Influence of Cultivation Factors on Water Consumption of Oil Flax Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....	270
AUTHOR INDEX	277

НАШІ ЮВІЛЯРИ

ВОЖЕГОВІЙ РАЇСІ АНАТОЛІЇВНІ – ЮВІЛЕЙ



20 червня 2025 року виповнюється 60 років від дня народження директора Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН, Заслуженого діяча науки і техніки України Раїси Анатоліївни Вожегової – провідного вченого в галузі землеробства, сільськогосподарських меліорацій, селекції, насінництва, рослинництва та агроекології.

Раїса Анатоліївна народилась 20 червня 1965 р. у селі Довга Поляна Старооскольського району Білгородської області Російської Федерації. У 1987 році закінчила Кримський орден «Знак Пошани» сільськогосподарський інститут ім. М.І. Калініна за спеціальність «Плодоовочівництво і виноградарство».

Раїса Анатоліївна свою трудову діяльність розпочала в 1987 році на Кримській сільськогосподарській дослідній станції, де працювала упродовж 1987–2000 рр. на посадах молодшого, наукового і старшого наукового співробітника. З 2001–2010 рр. – працювала в Інституті рису НААН на посадах завідувача відділу, вченого секретаря і заступника директора з наукової роботи.

З 2010 р. і по 2022 р. Вожегова Р.А. обіймала посаду директора Інституту зрошуваного землеробства НААН.

З 2022 р. і по теперішній час Вожегова Р.А. обіймає посаду директора Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН.

У 2010 році Вожегова Р.А. захистила докторську дисертацію, в 2012 р. їй було присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України», у 2013 р.

вона отримала вчене звання професора за спеціальністю «сільськогосподарські меліорації», у 2016 р. – обрана член-кореспондентом НААН, у 2020 – обрана академіком НААН.

Вожегова Раїса Анатоліївна – провідний вчений в галузі сільськогосподарських меліорацій, землеробства, рослинництва, селекції та агроекології. Її Наукові розробки з питань ефективного використання зрошуваних земель, покращення їх еколого-меліоративного та агрохімічного стану, оптимізації технологій вирощування с.-г. культур, селекційної розробки широко відомі науковій спільноті не лише в Україні, а й у світі та вносять вагомий вклад у стабілізацію агровиробництва на зрошуваних і неpolивних землях.

Значна увага в роботі Р.А. Вожегової приділяється практичному впровадженню науково-обґрунтованих систем землеробства в південному регіоні України, агро-екологічним питанням розробки ресурсозберігаючих та екологічно безпечних технологій, створенню нових генотипів, розробці сортової агротехніки та впровадженню у виробництво комплексних наукових розробок.

У науковому доробку вченої понад 1200 наукових праць, з яких 97 книг, 30 статей у журналах, що індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection, 140 методичних рекомендацій, 30 авторських свідоцтв та патентів. Вона є автором 12 сортів рису та 8 сортів пшениці озимої, 1 сорту буркуну булого, 1 сорту помідору їстівного, 3 гібридів кукурудзи та 3 сорти мигдалю звичайного.

Раїса Анатоліївна приймає активну участь у підготовці кадрів. Під її керівництвом функціонує наукова школа, захистили дисертації 10 докторів наук, 17 кандидатів наук та 3 доктори філософії.

Раїса Анатоліївна має великий авторитет серед науковців, керівників і спеціалістів агропромислового виробництва південного регіону. Є керівником ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство», членом Координаційної ради з питань відновлення роботи та розвитку зрошуваних систем при Міністерстві аграрної політики і продовольства України. Вона є членом Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова, Українського товариства ґрунтознавців і агрохіміків, Ради ботанічних садів і дендропарків України, Асоціації «Українське насіннєве товариство».

Вона є головним редактором фахового міжвідомчого тематичного наукового збірника «Зрошуване землеробство» та журналу «Аграрні інновації», член редакційної колегії науково-практичного журналу «Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин».

Раїса Анатоліївна є членом секції Наукової Ради Міністерства освіти і науки України з експертизи проєктів наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок за тематичним напрямом



«Аграрні науки та ветеринарія», Координаційної ради з питань відновлення роботи та розвитку зрошуваних систем та розвитку ринків сільськогосподарської продукції при Міністерстві аграрної політики та продовольства України; з питань забезпечення пом'якшення змін клімату при Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів України; науково-технічної ради Державного агентства водних ресурсів України, формування та реалізації державної політики у сфері розвитку водного господарства, робочої групи з питань консервації деградованих і малопродуктивних земель в Херсонській області; з розроблення стратегічних напрямів відновлення навколишнього природного середовища в наслідок аварії на Каховській ГЕС при Херсонській обласній державній адміністрації; Українського товариства генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова; Українського товариства ґрунтознавців і агрохіміків; Ради ботанічних садів і дендропарків України та членом Асоціації «Українське насіннєве товариство».

З першого дня повномасштабного вторгнення рф Раїса Анатоліївна не припиняла робити свій вклад у науку та розвиток сільського господарства України. За її ініціативи та безпосередньої участі, в умовах воєнного стану, було утворено потужну наукову установу – Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (шляхом злиття наукових установ Херсонської області, які перебували на окупованій території Херсонської області, а саме: Інституту зрошуваного землеробства НААН, Інституту рису НААН та Південної державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН)

і започаткувала його роботу вже на території Одеської області. Сьогодні установа відіграє ключову роль у розробці державних заходів із відновлення орних земель, пошкоджених внаслідок військових дій, а також у відбудові іригаційних систем Півдня України.

Під її головуванням та її ініціативи організовано і проведено низку наукових заходів, які спрямовані на зменшення антропогенного впливу військових дій на сільське господарство Південного регіону України: науково-практична конференція «Наукові підходи до формування технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату та воєнних дій», міжнародний захід «Вплив руйнування Каховського водосховища на екологію та економіку Північного Причорномор'я», науково-практичний семінар «Особливості проведення осінньої посівної компанії на півдні та сході України в умовах воєнного стану» тощо. За результатами заходів були напрацьовані рекомендації і пропозиції, які надано Кабінету Міністрів України, Міністерству аграрної політики та продовольства України, Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України, Національній академії аграрних наук України та органів місцевого самоврядування.

Раїса Анатоліївна, як науковець, znana не тільки в Україні, а й за її межами. В умовах війни вона почала активно відновлювати співпрацю з міжнародними установами та організаціями. Зокрема, прийняла участь у міжнародному саміті – COP-27, що відбувся під егідою Організації Об'єднаних Націй і FAO та виступила



з доповіддю на тему «Вода і продовольчі системи України», акцентувавши увагу на потужній роботі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН з комплексного вирішення завдань адаптації аграрного сектора до глобальних кліматичних змін в умовах воєнного стану (14 листопада 2022 р., Єгипт, м. Шарм-ел-Шейх). Наразі налагоджено співпрацю з науково-виробничими організаціями Польщі, Молдови, Болгарії, Італії, Чехії, Латвії, Японії, Туреччини, Канади, Азербайджану, Китайської Народної Республіки та ін.

Протягом багатьох років Раїса Вожегова займається благодійною діяльністю. Неодноразово була активістом у збиранні коштів для тяжкохворих дітей Херсонської області. Вона була організатором «Дня донора крові» в наукових установах регіону. Під час війни особисто забезпечувала медикаментами та продуктами харчування жителів окупованого міста Херсон та сел. Наддніпрянське (малозабезпеченим сім'ям). Особисто долучалась до збору коштів для придбання приладів нічного бачення та автомобілів для ЗСУ, для лікування дітей, постраждалих від військової агресії, та для 14 окремої механізованої бригади імені князя Романа Великого. За активну життєву позицію, патріотизм, надання волонтерської допомоги та з нагоди відзначення Дня волонтера Вожеговій Р.А. було вручено Подяку від командування та особового складу військової частини 126 окремої бригади територіальної оборони (5 грудня 2022 р., м. Одеса), а у 2023 р. – Подяку від Військової Академії (12 травня 2023 р., м. Одеса).

Раїса Анатоліївна за плідну наукову діяльність була нагороджена Почесною грамотою і медаллю Верховної Ради України (2014 р., 2025 р.), Почесною грамотою Кабінету Міністрів України (2015 р.), Орденом княгині Ольги III ступеня (2020 р.), Почесними грамотами Національної академії аграрних наук України (2010, 2015, 2019 р., 2023 р.), Почесною відзнакою Національної академії аграрних наук України (2012 р., 2018 р.), неодноразово нагороджена грамотами Херсонської ОДА (2012 р., 2017 р.), Херсонської обласної ради (2013 р., 2017 р., 2024 р.), Одеської ОДА (2023 р., 2017 р.), Одеської обласної ради (2024 р.), Відзнакою Міжнародної Академії рейтингових технологій та соціології «Золота Фортуна» (2018 р.), медаллю «Народна шана Українським науковцям 1918–2018» (2018 р.), Грамотою міського голови (2019 р.) та багатьма іншими.

Колектив Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН від щирого серця вітає Раїсу Анатоліївну – натхненого лідера, вишукану пані, розкішну жінку, чудового організатора, досвідченого вченого й чуйну людину з Днем народження і Ювілеєм!

Ваш видатний внесок у розвиток науки, невтомна праця на ниві аграрної науки, високий професіоналізм та справжня відданість обраній справі є зразком мудрості, лідерства та натхнення для цілих поколінь науковців і практиків.

Бажаємо Вам натхнення, невичерпної життєвої енергії, родинного затишку, благополуччя, міцного здоров'я, здійсненню найсміливіших задумів і нових наукових досягнень!

*Колектив Інституту кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН*

ОЦІНКА ЗА ВРОЖАЙНІСТЮ ТА ЯКІСТЮ ІНДЕТЕРМІНАНТНИХ ГІБРИДІВ РОЖЕВОПЛІДНОГО ПОМІДОРА ДЛЯ ЗИМОВИХ ТЕПЛИЦЬ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

АЛЕКСАНДРОВА Т.Ю. – аспірант кафедри плодовоовочівництва і зберігання продукції рослинництва
orcid.org/0009-0009-2081-1496
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Помідор (лат. *Solanum lycopersicum*) – однорічна або багаторічна трав'яниста рослина, вид роду Пасльонові (*Solanum*) сімейства Пасльонові (*Solanaceae*). Помідори походять із Центральної та Південної Америки [1,2].

Помідор в Україні є найпоширенішою овочевою культурою. В державному реєстрі сортів поширених в Україні станом на 14 квітня 2025 року налічується 592 сорта та гібрида помідора їстівного [3].

Вирощування помідора є важливим завданням в сучасному сільському господарстві. Плоди помідорів мають високі поживні, смакові та дієтичні властивості. Вони є відмінним джерелом вітаміну С (30–35 мг), провітамін А (каротин), а також містять вітаміни групи В (В1 – аневрин, В2 – рибофлавін, В3 – пантотенова кислота), вітамін РР (нікотинова кислота), фолієву кислоту та мінеральні речовини, такі як калій, кальцій, фосфор, натрій, магній, залізо, йод та інші корисні компоненти [4,5,6].

Помідори ділять на дві основні групи за особливостями росту: детермінантні та індетермінантні. Детермінантний (низкорослий) помідор формує кілька квіткових китиць і припиняє ріст, закінчуючись суцвіт'ям. Індетермінантний (високорослий) помідор росте без обмежень до виснаження рослини [7].

Одним з важливих елементів технології вирощування рослини є правильний вибір гібриду за конкретних умов. Перед вибором гібриду існують особливі вимоги, а саме: висока врожайність і скоростиглість; стійкість до захворювань і шкідників; висока якість плодів, добра транспортабельність і лежкість у процесі реалізації; часте розташування суцвіть з 4 плодами; генеративний тип розвитку індетермінантних гібридів для подовженої культури [8].

Однак для досягнення високих врожаїв та забезпечення стабільної якості продукції потрібно враховувати багато факторів, які впливають на розвиток та продуктивність рослин [9].

Однією з основних проблем є адаптація гібридів до різних кліматичних умов, зокрема до температурних коливань, вологості та інтенсивності освітлення, особливо у тепличних умовах. Також важливим є правильний вибір сорту, оптимальна схема висаджування та проведення агротехнічних заходів, таких як зрошення, живлення, а також ефективний контроль за розвитком і поширенням шкідників і хвороб [10].

Особливою складністю є підвищена чутливість рожевоплідних гібридів до стресових факторів, таких як високі температури, що можуть призвести до опадання квітучих китиць і зменшення кількості та якості плодів. Тому важливо вивчати і впроваджувати технології, які сприятимуть ефективному розвитку рослин, підвищенню врожайності та якості продукції [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виборі рожевоплідних гібридів помідорів для вирощування в зимових теплицях важливо враховувати такі фактори:

- Адаптація до умов теплиці: обирати гібриди, спеціально виведені для скляних теплиць, які добре переносять обмежене освітлення та стабільні температурні режими.
- Стійкість до хвороб: віддавати перевагу гібридам з високою резистентністю до основних тепличних захворювань, таких як фузаріоз, кладоспориоз та вірусні інфекції.
- Якість плодів: звертати увагу на смакові характеристики, розмір, форму та транспортабельність плодів, залежно від цілей вирощування (свіжий ринок або переробка) [12].

В Україні розглядали адаптивну мінливість та врожайність червоноплідних гібридів до умов Лісостепу, але не здійснювали досліджень рожевоплідних гібридів помідора, особливо в Степовій зоні України [13,14].

Важливим елементом в технології вирощування рожевоплідного помідора є використання досвічування рослин [15].

В помідорних теплицях у Голландії застосовуються кіловатні газорозрядні натрієві лампи. В блоках завширшки 8 м встановлюється по 4 ряди таких ламп. При кроці колон 4,5 м щільність світлового потоку становить 210 мікромоль/м² х с, що відповідає освітленості приблизно 16 тис. люкс (лк). При кроці колон 5 м світловий потік становить відповідно 189 мікромоль/м² х с (14,5 тис. лк). Як розповідають голландські тепличники, щоб помідори достигали в грудні-січні, потрібно забезпечити освітленість не менше 13 тис. лк, і цього вистачає для крупноплідних (у голландському розумінні цього слова) гібридів на кшталт відомого в Україні рожевого Томімару Мучо. Якщо в Нідерландах на доосвічуванні вирощують переважно китицеві помідори, то в Польщі – рожеві, найчастіше – гібрид Томімару Мучо. В Польщі рожеві помідори досвічують, щоб у зимово-весняний

період мати плоди хорошої якості і великого (150–200 г) розміру [16].

Урожайність помідорів у скляних теплицях Нідерландів та Польщі становить близько 60 кг/км² завдяки дуже точній підтримці параметрів клімату, штучному освітленню та використанню щепленої розсади [17].

Мета статті полягає в проведенні оцінки та підбору за врожайністю та товарністю індетермінантних гібридів рожевоплідного помідора для зимових теплиць Степової зони України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилося в сучасних промислових теплицях типу «Venlo»: довжина прольоту 9,6 м, висота колон від фундаменту до лотка 4,5 м, крок колон 4,0 м. Рожевоплідний помідор вирощували за сучасною технологією методом мало об'ємної гідропоніки. Комп'ютер (Priva Integro) регулював кількість та час подачі поживного розчину для зволоження субстрату, концентрацію розчину та кислотність. Мікроклімат в теплиці (температура, вологість, провітрювання, подача вуглекислого газу), максимально автоматизовані і керуються з комп'ютера. Перспективні індетермінантні гібриди були від нідерландського виробника, компанії Монсанто з подібними біологічними особливостями та якісними показниками: Фуджимару F₁, Томімару Мучо F₁ та Хакімару F₁. А також гібрид від компанії Рійк Цваан – Есміра F₁ (контроль). Спосіб вирощування розсадний. Густота рослин – 25 тис. рослин на гектар, з подальшим збільшенням густоти до 31 тис. рослин на гектар. Площа ділянок 10 м², повторність чотириразова. Вирощування рослини помідора було здійснено за рекомендованою технологією для зимових теплиць, а саме виростили розсаду в розсадному відділенні за 32 доби. Висадили розсаду в теплицю на постійне місце вирощування і проводили догляд за рослинами згідно технології вирощування в теплиці. Збір урожаю помідора проводили всі місяці плодоношення (березень, квітень, травень, червень, липень, серпень, вересень, жовтень, листопад) три рази на тиждень згідно ДСТУ 3246-95 «Помідор свіжий». Облік і спостереження у досліді проводили згідно із загальноприйнятими методиками відповідно «Методики дослідної справи в овочівництві та баштанництві» [18].

Опис гібридів рожевоплідного помідора, які були в дослідженні:

Есміра RZ F₁ дуже ранній гібрид індетермінантного рожевоплідного помідора. Надзвичайна віддача раннього врожаю. Відкрита, компактна рослина з короткими міжвузлями. Хороша сила росту та міцна коренева система. Відмінне зав'язування плодів у стресових умовах вирощування. Плоди округлі, не розтріскуються, вирівняні, масою 140–180 г (перші китиці – 200 г і більше). Насичений рожевий колір та відсутнє зелене плече біля плодоніжки. Високі смакові якості, ринкова 100% товарність та відмінна транспортабельність [19].

Фуджимару F₁ (Олан Агро) ранній рожевоплідний біф помідор. Сильна верхівка, має 5–6 цвітоків на китиці. Добре розвинена коренева система. Легке видалення бокових пагонів. Швидка реакція на зміну клімату. Плоди плоско – округлі з легкою ребристістю,

колір яскраво-рожевий, маса плоду 160–210 г, висока однорідність плодів та китиць. Стійкість до борошнистої роси. Чудова транспортабельність, стійкість до розтріскування та толерантність до вершинної гнилі [20].

Томімару Мучо F₁ (Олан Агро) рожевоплідний біф помідор, середньоранній, переважно генеративного типу, з довгим і вузьким листям, стебло міцне, плоди округлі, злегка ребристі, плодоніжка зберігає свіжість тривалий час, колір яскраво-рожевий, з блиском, маса плоду 160–180 г, стійкість до розтріскування висока, щільність висока. Толерантність до вершинної гнилі та низьких температур. Стійкість до хвороб HR:ToMV:0-2/Ff:A-E/Fol:0,1/ForIR:Ma/Mi/Mj [21].

Хакімару F₁ (Олан Агро) рожевоплідний біф помідор, має низьку схильність до осипання плодів. Висока рання віддача врожаю. Потужна та добре збалансована (у бік генеративності) рослина на протязі сезону, досить відкрита, міжвузля укорочені. Плоско округлі, яскраво рожеві плоди, з сильним блиском. Маса 200–220 гр до третьої китиці, далі 140–180 гр. Добрий смак. Дуже висока привабливість, завдяки унікальному малиновому кольору шкірки та м'якоті. Немає зеленої плями біля хвостика і жовтої плями у дозріваючих плодів. Має високу стійкість до розтріскування. Проміжна стійкість до борошнистої роси. Стійкість до хвороб: HR:ToMV:0-2/ToTV/Pf:A-E/Fol:0,1/For/Na:0/Vd:0 IROn/Ma/Mi/Mj. Нормування китиці на чотири плоди [22].

Результати досліджень. Посів насіння гібридів помідорів було здійснено 15 грудня, що є оптимальним терміном для посіву в зимових теплицях, враховуючи кліматичні умови, в яких працює тепличний комбінат. Перші одиночні сходи з'явилися на третій день після посіву, а масові сходи – на четвертий-п'ятий день, завдяки сприятливому мікроклімату в камері для пророщування, де температура субстрату становила 25 °С.

У гібридів Есміра та Фуджимару третій листок з'явився раніше, на десяту добу після посіву, тоді як у гібридів Томімару Мучо та Хакімару цей процес затримався до 13 діб. Поява третього листка впливає на час пікіровки рослин у мінераловатні кубики, оскільки визначає оптимальний термін для цієї операції. Пікіровка була виконана на дванадцятую добу після посіву.

Розстановку розсади на розсадному гектарі провели 6 січня, за одну добу. До цього часу розсаду підготували до вирівнювання за допомогою температури та досвічування, довівши її до однакового розміру. 15 січня була проведена операція кліпсування розсади до бамбукових паличок за допомогою пластикових кліпс.

Висаджування розсади в теплицю відбулося на 32 добу після посіву. Рослини були рівномірні, і у гібридів Есміра (контроль) та Фуджимару чітко виражалась перша китиця. У гібридів Томімару Мучо та Хакімару китиця з'явилася на 35 добу після посіву.

Перші плоди з'явилися на гібриді Есміра (контроль) на 37 добу, на гібриді Фуджимару – на 38 добу, а на гібридах Томімару Мучо та Хакімару – на 39 добу. Завдяки введенню додаткового стебла, густоту рослин вдалося збільшити до 3,1 рослини на 1 м² (31 000 рослин на гектар). Цю операцію провели в третій декаді лютого, коли рослини вже мали 4–5 квітучих китиць, а щоденний

приріст сонячної радіації становив 700–1000 Дж/см², що було оптимальним для її виконання.

Збір плодів на гібриді Есміра (контроль) почався на 100 добу після посіву, тоді як на гібридах Фуджимару, Томімару Мучо та Хакімару перший збір відбувся на 103 добу. Згідно з рекомендаціями виробника насіння, перший збір був запланований на 105 добу, що підтверджує своєчасне плодоношення у наших дослідженнях.

Масове плодоношення почалося у першій декаді квітня. Найшвидше воно розпочалося у гібрида Есміра (контроль) на 13 добу після першого збору, тоді як у гібридів Фуджимару, Томімару Мучо та Хакімару масове плодоношення розпочалося на 15 добу. Це свідчить про те, що гібрид Есміра (контроль) є більш раннім, але загальна урожайність у нього нижча.

Загальний період плодоношення для гібриду Есміра (контроль) склав 229 діб, а для гібридів Фуджимару, Томімару Мучо та Хакімару – 226 діб.

Видалення верхівки (точки росту) у всіх гібридів було здійснено одночасно 16 вересня, за 8 тижнів (55 діб) до останнього збору плодів. Це було зроблено для того, щоб плоди встигли пройти стадію наливу та дозрівання до завершення збору.

Загибель рослин усіх гібридів сталася одночасно 15 листопада. Рослини були підрізані на рівні субстрату, і їх загибель була зафіксована.

Тривалість вегетаційного періоду є важливим показником, що впливає на ефективність вирощування гібридів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Зміна тривалості вегетаційного періоду впливає на терміни споживання рослинами фотосинтетично активної радіації (ФАР), води та елементів живлення, що в свою чергу позначається на продуктивності гібридів.

Для того щоб мати можливість аналізувати та контролювати напрямки розвитку рослин (вегетативний чи генеративний), необхідно щотижня проводити біометричні вимірювання за ростом і розвитком помідорів (табл. 2).

У розсадний період різниця в біометричних показниках рослин помідора, була незначною, що пов'язано з оптимальними умовами мікроклімату для вирощування розсади.

Розсаду всіх гібридів висаджували в зимову теплицю за стандартною схемою, забезпечивши 2,5 рослини на м² або 25000 рослин на гектар. Згодом було додано ще одне стебло для досягнення схеми 3,1 рослини на м², що відповідає 31000 рослин на гектар.

Таблиця 1

Тривалість основних фенологічних фаз за період вирощування гібридів помідора, 2024 р.

Фаза росту і розвитку	Варіант дослідів (гібриди)			
	Есміра F1 (контроль)	Фуджимару F1	Томімару Мучо F1	Хакімару F1
Посів насіння в пінопластову касету	15.12.2023	15.12.2023	15.12.2023	15.12.2023
Поява одиночних сходів	18.12.2023	18.12.2023	18.12.2023	18.12.2023
Поява масових сходів	19.12.2023	19.12.2023	19.12.2023	20.12.2023
Поява 3-го листка:	25.12.2023	25.12.2023	28.12.2023	28.12.2023
Пікіровка рослин в мінеральний кубик	31.12.2023	31.12.2023	31.12.2023	31.12.2023
Розстановка розсади 18 рослин на 1м ²	06.01.2024	06.01.2024	06.01.2024	06.01.2024
Кліпсування розсади на бамбукову паличку	15.01.2024	15.01.2024	15.01.2024	15.01.2024
Висаджування розсади на постійне місце в теплицю з густотою 2,5 рослини на 1м ²	16.01.2024	16.01.2024	16.01.2024	16.01.2024
Поява першої китиці	18.01.2024	18.01.2024	19.01.2024	19.01.2024
Поява плодів на першій китиці	21.01.2024	22.01.2024	23.01.2024	23.01.2024
Заведення додаткового стебла, збільшення густоти до 3,1 рослини на 1м ²	25.02.2024	25.02.2024	25.02.2024	25.02.2024
Перший збір помідора	26.03.2024	29.03.2024	29.03.2024	29.03.2024
Масовий збір помідора	08.04.2024	13.04.2024	13.04.2024	13.04.2024
Видалення точки росту рослини	16.09.2024	16.09.2024	16.09.2024	16.09.2024
Останній збір помідора	10.11.2024	10.11.2024	10.11.2024	10.11.2024
Загибель рослин	15.11.2024	15.11.2024	15.11.2024	15.11.2024
Кількість діб від сходів до плодоношення	98	101	101	100
Період плодоношення рослин, діб	229	226	226	226

Таблиця 2

Якісні показники розсади помідора перед висаджуванням на постійне місце, 2024 рік (вік розсади 32 доби)

Показники розсади		Гібриди			
		Есміра F1 (контроль)	Фуджимару F1	Томімару Мучо F1	Хакімару F1
Маса, г	рослини без коренів	25,5	25,9	26,7	26,2
	стебла	7,7	7,8	8,1	8,2
	листіків	17,8	18,1	18,6	18,0
Діаметр стебла, мм		4,7	4,9	5,0	4,8
Висота стебла, см		50,0	51,0	51,0	50,4
Відстань від першого до другого листка, см		2,1	2,3	2,4	2,2
Кількість листків, шт		8	9	9	9
Площа листків, см ²		589	625	703	674
Співвідношення листків до стебел		2,3	2,3	2,3	2,2

Таблиця 3

Біометричні показники рослин гібридів помідора за 2024 р.

Біометричний показник вимірювання	Одиниця виміру	Есміра F ₁ (контроль)	Фуджимару F ₁	Томімару Мучо F ₁	Хакімару F ₁
Ріст основного стебла рослини до першої китиці	см.	57	58	59	59
Ріст основного стебла рослини від першої китиці за весь період вегетації	см.	877	935	927	915
Загальна довжина основного стебла рослини за весь період вегетації	см.	934	993	986	972
Середній діаметр верхівки рослин за весь період вегетації	мм.	8,7	8,9	8,6	8,9
Кількість листків на рослині за весь період вегетації	шт.	98	103	103	95
Середня довжина листка за весь період вегетації	см.	35,5	36,8	36,6	35,1
Квітучих китиць на рослині за весь період вегетації	шт.	28	29,5	29,4	27
Кількість китиць на рослині за весь період вегетації, які не плодоносили	шт.	2,7	2,9	3,1	3,2
Китиці, які зібрали з рослини за весь період плодоношення рослин	шт.	25,3	26,6	26,3	23,8
Кількість плодів з рослини за весь період плодоношення	шт.	93,6	101,1	89,4	73,8
Середня кількість плодів в китиці за весь період плодоношення	шт.	3,7	3,8	3,4	3,1
Середня вага плоду за весь період плодоношення	грам	155,2	180,1	172,5	160,3

Ріст основного стебла до першої квітучої китиці у гібрида Есміра (контроль) становив 57 см, у Фуджимару – 58 см, а у Томімару Мучо та Хакімару – 59 см. Ці показники є оптимальними для індетермінантних гібридів, де бажаний показник для першої китиці становить 60 см.

Загальна довжина основного стебла за весь вегетаційний період у гібрида Есміра (контроль) склала 877 см. Найбільший ріст основного стебла спостерігався у гібриду Фуджимару, який досяг 935 см, що на 58 см більше за контроль. Гібрид Томімару Мучо також мав більший приріст – 927 см, що на 50 см більше за контроль. Гібрид Хакімару – 915 см, що на 38 см більше

за контроль. Зростання основного стебла впливає на інші показники, такі як кількість квітучих китиць і листків на рослині: чим більший приріст, тим більше рослина формує китиць та листків.

Середній діаметр верхівки рослини має бути в межах 9,0–9,5 мм, щоб рослина була в балансі між вегетативним та генеративним типами розвитку. У гібрида Томімару Мучо діаметр верхівки був найменшим – 8,6 мм, що свідчить про більш генеративний тип розвитку. У гібрида Есміра (контроль) діаметр верхівки був 8,7 мм, також вказуючи на генеративний тип розвитку. У Фуджимару та Хакімару діаметр верхівки складав 8,9 мм, що відповідає балансу між типами розвитку.

Протягом періоду вирощування рослини помідора всіх гібридів заклали 27,0–29,5 квітучих китиць на рослину. У гібрида Есміра (контроль) їх було 28,0, а найбільше у Фуджимару – 29,5 китиць, що на 1,5 більше за контроль. У Томімару Мучо було 29,4 китиць. Найменше квітучих китиць заклали рослини Хакімару–27,0, що на 1,0 китицю менше, ніж у контролю.

Зібрано з гібридів 23,8–26,6 китиць на рослину. Найбільше було зібрано з Фуджимару – 26,6 китиць, що на 1,3 більше, ніж у контролю, та 26,3 китиць з Томімару Мучо, що на 1 китицю менше за контроль. Найменше китиць було у гібриду Хакімару – 23,8, що на 1,5 менше, ніж у Есміра (контроль).

Втрати квітучих китиць, які не утворили плодів, відбувалися через високі температури в теплиці (вище 29 °C – липень, серпень). У контролі (Есміра) в середньому не плодоносили 2,7 китиці, а у гібридів Томімару Мучо та Хакімару відповідно 3,1 та 3,2 китиць.

Кількість листків на рослині за весь період вегетації варіювала 95–103. У гібрида Есміра (контроль) їх було 98, а найбільше листків було на гібридах Фуджимару та Томімару Мучо – по 103 листки, що на 5 більше, ніж у контролю. Найменше листків було на гібриді Хакімару – 95, що на 3 менше за контроль.

Середня довжина листків на гібридах варіювала від 35,1 см (Хакімару) до 36,8 см (Фуджимару), з найбільшими показниками на Фуджимару – 36,8 см та на гібриді Томімару Мучо – 36,6 см.

З рослин було зібрано 73,8–101,1 плодів. Гібрид Фуджимару дав найбільшу кількість – 101,1 плода, що на 7,5 більше, ніж у контролю. Середня вага плоду на

Фуджимару склала 180,1 г, що на 24,9 г більше за контроль.

Найкращим серед гібридів виявився Фуджимару, який забезпечив кращий баланс між розвитком рослини, кількістю та якістю квітучих китиць і плодів.

Проаналізувавши таблицю 4 можемо визначити, що на гібриді Есміра (контроль) урожайність за весь період плодоношення становила 40,3 кг/м², на гібриді Фуджимару – 41,2 кг/м², що на 0,9 кг більше від контролю. На гібриді Томімару Мучо становила 40,1 кг/м², що на 0,2 кг менше від контролю. На гібриді Хакімару врожайність становила 37,5 кг/м², що на 2,8 кг менше від контролю. НІР_{0,05} становить 0,2 кг/м².

Проаналізувавши таблицю 5 можемо визначити, що найбільше продукції надійшло в липні місяці.

Середня товарність першої категорії за період плодоношення на гібриді Есміра (контроль) становила 86,4 %, на гібриді Фуджимару 92,5 %, що на 6,1 % більше від контролю. На гібриді Томімару Мучо була 86,3 %, що на 0,1 % менше від контролю. На гібриді Хакімару була 84,7 %, що на 1,6 % менше від контролю.

Висновки. В процесі дослідження, проведеному в 2024 р., можна зробити наступні висновки:

1. За фенологічними спостереженнями виявлено, що збір плодів на гібриді помідора Есміра (контроль) почався на 100 добу після посіву, на гібридах Фуджимару, Томімару Мучо та Хакімару на 103 добу. Загальний період плодоношення для гібриду помідора Есміра (контроль) склав 229 діб, а для Фуджимару, Томімару Мучо та Хакімару – 226 діб. Відхилень у строках росту і розвитку рослин не виявлено.

Таблиця 4

Урожайності гібридів помідора за 2024 рік

Гібрид	Урожайність, кг/м ²	Прибавка врожаю	
		кг/м ²	%
Есміра F ₁ (контроль)	40,3	-	-
Фуджимару F ₁	41,2	0,9	2,2
Томімару Мучо F ₁	40,1	-0,2	-0,5
Хакімару F ₁	37,5	-2,8	-7
НІР _{0,05}	0,2		

Таблиця 5

Надходження продукції гібридів помідора кг/м² по місяцям за 2024 рік

Період плодоношення	Гібриди			
	Есміра F ₁ (контроль)	Фуджимару F ₁	Томімару Мучо F ₁	Хакімару F ₁
Березень	0,4	0,1	0,1	0,1
Квітень	4,0	4,4	4,6	4,2
Травень	6,4	6,6	6,3	6,1
Червень	6,7	6,8	6,8	6,4
Липень	7,0	7,1	6,9	6,5
Серпень	4,8	5,0	4,7	4,6
Вересень	4,6	4,7	4,7	4,5
Жовтень	4,3	4,4	4,1	3,6
Листопад	2,1	2,1	1,9	1,5
Середня врожайність	40,3	41,2	40,1	37,5

Таблиця 6

Товарність плодів помідора, % за 2024 рік

Період плодоношення	Гібриди			
	Есмiра F ₁ (контроль)	Фуджимару F ₁	Томімару Мучо F ₁	Хакімару F ₁
Березень	95,0	96,0	94,0	93,0
Квітень	90,0	95,0	90,0	90,0
Травень	90,0	96,0	90,0	88,0
Червень	87,0	95,0	88,0	88,0
Липень	87,0	95,0	87,0	87,0
Серпень	85,0	90,0	84,0	83,0
Вересень	84,0	90,0	84,0	80,0
Жовтень	80,0	88,0	80,0	78,0
Листопад	80,0	88,0	80,0	76,0
Середня товарність	86,4	92,5	86,3	84,7

2. Біометричні вимірювання вказують на високу енергію росту індетермінантних гібридів та їх придатність для вирощування в зимових теплицях. Загальна довжина основного стебла рослини за весь період вегетації становила на гібридах помідора Есмiра (контроль) – 934 см, Фуджимару – 993 см, Томімару Мучо – 986 см та Хакімару – 972 см. Кількість квітучих китиць на рослині за весь період вегетації становила на гібриді помідора Есмiра (контроль) 28 шт; Фуджимару 29,5 шт; Томімару Мучо 29,4 шт та Хакімару 27 шт. Гібрид помідора Фуджимару, забезпечив кращий баланс між розвитком рослини, кількістю та якістю квітучих китиць і плодів.

3. Урожайність гібридів помідора коливалася від 37,5 до 41,2 кг/м². Гібрид Фуджимару показав найвищу врожайність, перевищуючи гібрид Есмiра (контроль) на 0,9 кг/м².

4. Товарність індетермінантних гібридів помідора була на рівні від 84,7 % до 92,5 %. Найвищу товарність показав гібрид Фуджимару, вона складала 92,5 %, що на 6,1 % більше від контролю.

5. В результаті проведених досліджень встановлено, що гібрид Фуджимару за сумою показників значно перевищував контроль гібрид помідора Есмiра, і є найкращим для вирощування у зимових теплицях для продовженої культурозміни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чернешенко В.І., Пашковський А.І., Кирій П.І. Сучасні технології овочівництва закритого ґрунту. Житомир: «Рута», 2018. 400 с.
2. Яровий Г. І., Романов О. В. Овочівництво: навч. посіб. Харків: ДБТУ, 2025. 503 с.
3. Державний реєстр сортів помідорів, придатних до поширення в Україні: веб-сайт. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystir-sortiv-roslin> (дата звернення 14.04.2025).
4. Овочеві культури. Енциклопедія Сучасної України / редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. – Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022.
5. Бойко Л. О. Сучасні тенденції розвитку овочевої галузі в умовах євроінтеграції України. *Агросвіт*. 2020. № 6. С. 69–76.
6. Мірошніченко О. В. Скоростиглий помідор. *Овочі та фрукти*. 2010. № 10. С. 56.
7. Сич З. Д., Бобось І. М. Сортовивчення овочевих культур. Київ, 2012.
8. Лещенко Л.О., Севідов В.П. Сучасний стан та тенденції розвитку овочівництва в Україні. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія: Економічні науки, 2015. (3): 317–324.
9. Овочівництво. Практикум / Лихацький В. І., Улянич О. І., Гордій М. В., Ковтунюк З. І. та ін. ; під ред. В. І. Лихацького. Вінниця: Нова книга, 2012. 452 с.
10. Лихачов, В. І. Ефективність вирощування рожевоплідних томатів в умовах закритого ґрунту. *Овочівництво України*. – 2020. – № 3. – С. 45–50.
11. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Вінниця: Нова Книга, 2008. 216 с.
12. Овочівництво закритого ґрунту: науково-бібліографічний покажчик / Нінова Г.В. та ін. Мелітополь, 2019. 36 с.
13. Яценко Н.В. Адаптивна мінливість гібридів помідора у Правобережному Лісостепу України. № 2 (2024): *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2024. № 2. С. 25–32.
14. Воробйова Н.В. Адаптивність до умов Лісостепу України та врожайність сортів помідора. *Овочівництво і баштанництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2021, 69, С. 79–88.
15. Іваненко П.П., Приліпка О.В. Закритий ґрунт. К.: Урожай, 2011. 360 с.
16. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/agrolayfhak-vyrashchivanie-pomidorov-v-teplice-na-dosvetke> (дата звернення 14.04.2025).
17. Польські помідори: веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/ovochi-sad/90-polskyh-tomativ-vyroshhuyut-v-teplycyah> (дата звернення 14.04.2025).
18. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 369 с.
19. Високоякісне насіння від виробника: веб-сайт. URL: <https://rijkzwaan.ua/%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80/%D1%82%>

- D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82/%D0%B5%D-1%81%D0%BC%D1%80%D0%B0-rz-f1-prdSL11087-ctgCrops.tomato (дата звернення 14.04.2025).
20. Опис гібриду Фуджимаро F₁: веб-сайт. URL: <https://www.facebook.com/Olanagro/posts> (дата звернення 14.04.2025).
21. Публікації та каталоги/ Олан Агро : веб-сайт. URL: http://olanagro.com.ua/Products/Tomato_beef_rose/Tomimaru_Muchoo (дата звернення 14.04.2025).
22. Публікації та каталоги/ Олан Агро : веб-сайт. URL: <http://olanagro.com.ua/Products/Tomato> (дата звернення 14.04.2025).
- REFERENCES:**
- Cherneshenko V.I., Pashkovskiy A.I., Kyrii P.I. (2018). Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho gruntu. [Modern technologies of closed ground vegetable growing]. Zhytomyr: "Ruta. 400 s. [in Ukrainian].
 - Yarovyi G.I., Romanov O.V. (2025). Ovochivnytstvo: navch. posib. [Vegetable growing: a textbook]. Kharkiv: DBTU. 503 s. [in Ukrainian].
 - Derzhavnyi reiestr sortiv pomidoriv, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini. [State Register of Tomato Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]: veb-sait. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslin> (data zvernennia 14.04.2025) [in Ukrainian].
 - O. V. Kuts (2022). Ovochevi kultury. [Vegetable crops] / Entsyklopediia Suchasnoi Ukrainy / redkol. : I. M. Dziuba, A. I. Zhukovskiy, M. H. Zhelezniak ta in. NAN Ukrainy, NTSh. – Kyiv: Instytut entsyklopedychnykh doslidzhen. [in Ukrainian].
 - Boiko L. O. (2020). Suchasni tendentsii rozvytku ovochevoi haluzi v umovakh yevrointehratsii Ukrainy. [Modern trends in the development of the vegetable industry in the context of European integration of Ukraine]. Ahrosvit. № 6. S. 69–76 [in Ukrainian].
 - Miroshnychenko O. V. (2010). Skorostyhyi pomidor. [Early ripening tomato]. Ovochi ta frukty. № 10. S. 56 [in Ukrainian].
 - Sych Z. D., Bobos I. M. (2012). Sortovyvchennia ovochevykh kultur. [Variety study of vegetable crops]. Kyiv. [in Ukrainian].
 - Leshchenko L.O., Sievidov V.P. (2015). Suchasnyi stan ta tendentsii rozvytku ovochivnytstva v Ukraini. [Current state and trends of vegetable growing in Ukraine]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva. Seriia: Ekonomichni nauky. (3): S. 317–324. [in Ukrainian].
 - Lykhatskyi V. I., Ulianych O. I., Hordii M. V., Kovtuniuk Z. I. ta in. (2012). Ovochivnytstvo. Praktikum. [Vegetable growing. Workshop] / pid red. V. I. Lykhatskoho. Vinnytsia: Nova knyha. 452 s. [in Ukrainian].
 - Lykhachov, V. I. (2020). Efektyvnist vyroshchuvannia rozhevoplidnykh tomativ v umovakh zakrytoho gruntu. [Efficiency of growing pink-fruited tomatoes in closed ground conditions]. Ovochivnytstvo Ukrainy. – No. 3. – S. 45–50. [in Ukrainian].
 - Hil L.S., Pashkovskiy A.I., Sulima L.T. (2008). Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. [Modern technologies of vegetable growing in closed and open ground]. Ch.1. Vinnytsia: Nova Knyha. 216 s. [in Ukrainian].
 - Ninova H.V. ta in. (2019). Ovochivnytstvo zakrytoho gruntu: naukovy-bibliografichni pokazhchyk. [Indoor vegetable growing: scientific and bibliographic index]. Melitopol. 36 s. [in Ukrainian].
 - Iatsenko N.V. (2024). Adaptivna minlyvist hibrydiv pomidora u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Adaptive variability of tomato hybrids in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. № 2. S. 25–32. [in Ukrainian].
 - Vorobiova N.V. (2021). Adaptivnist do umov Lisostepu Ukrainy ta vrozhaunist sortiv pomidora. [Adaptability to the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine and yield of tomato varieties]. Ovochivnytstvo i bashtannytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovy zbirnyk. 69, S. 79–88. [in Ukrainian].
 - Ivanenko P.P., Prylipka O.V. (2011). Zakrytyi grunt. [Closed ground]. K.: Urozhai. 360 s. [in Ukrainian].
 - ©Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu. [The main magazine on agribusiness]: veb-sait. URL: <https://propozitsiya.com.ua/agrolayfhak-vyrashchivanie-pomidorov-v-teplice-na-dosvetke>. (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].
 - Polski pomidory. [Polish tomatoes]: veb-sait. URL: <https://agrotimes.ua/ovochi-sad/90-polskyh-tomativ-vyroshhuyut-v-teplytzyah>. (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].
 - Bondarenko H.L., Yakovenko K.I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi. [Methodology of experimental business in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova. 369 s. [in Ukrainian].
 - Vysokoiakisne nasinnia vid vyrobnyka. [High quality seeds from the manufacturer]. (2025): veb-sait. URL: <https://rijkzwaan.ua/%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%B-D%D1%82%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80/%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82/%D0%B5%D-1%81%D0%BC%D1%80%D0%B0-rz-f1-prdSL11087-ctgCrops.tomato> (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].
 - Opys hibrydu Fudzhymaro F₁. [Description of the hybrid Fujimaro F₁]. (2025) : veb-sait. URL: <https://www.facebook.com/Olanagro/posts> (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].
 - Publikatsii ta katalogy/ Olan Agro. [Publications and catalogs / Olan Agro] (2025) : veb-sait. URL: http://olanagro.com.ua/Products/Tomato_beef_rose/Tomimaru_Muchoo (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].
 - Publikatsii ta katalogy/ Olan Agro. [Publications and catalogs / Olan Agro] (2025) : veb-sait. URL: <http://olanagro.com.ua/Products/Tomato> (data zvernennia 14.04.2025). [in Ukrainian].

Александрова Т.Ю. Оцінка за врожайністю та якістю індетермінантних гібридів рожевоплідного помідора для зимових теплиць Степової зони України

У статті розглянуто перспективні рожевоплідні гібриди для вирощування в скляних теплицях Степової зони України. Дослідження проводили із такими

індетермінантними рожевоплідними гібридами помідора як: Есміра F1 (контроль), Фуджимару F1, Томімару Мучо F1, Хакімару F1. Дослідженнями визначена урожайність гібридів, зафіксована тривалість основних фенологічних фаз за період вирощування рослин помідора, визначені біометричні показники, отримана динаміка формування плодів та їх товарність. Рожевоплідний помідор вирощували за сучасною технологією методом мало об'ємної гідропоніки. Мікроклімат в теплиці (температура, вологість, провітрювання, подача вуглекислого газу), максимально автоматизовані і керуються з комп'ютера. Перспективні індетермінантні гібриди були від нідерландського виробника, компанії Монсанто з подібними біологічними особливостями та якісними показниками: Фуджимару F₁, Томімару Мучо F₁ та Хакімару F₁. А також гібрид від компанії Рійк Цваан – Есміра F₁ (контроль). Спосіб вирощування розсадний. Густота рослин – 25 тис. рослин на гектар, з подальшим збільшенням густоти до 31 тис. рослин на гектар. Площа ділянок 10 м², повторність чотириразова. Вирощування рослини помідора було здійснено за рекомендованою технологією для зимових теплиць, а саме виростили розсаду в розсадному відділенні за 32 доби. Висадили розсаду в теплицю на постійне місце вирощування і проводили догляд за рослинами згідно технології вирощування в теплиці. Збір урожаю помідора проводили всі місяці плодоношення (березень, квітень, травень, червень, липень, серпень, вересень, жовтень, листопад) три рази на тиждень. Експериментальні дослідження проводили у 2024 році на підприємстві ТОВ ТК «Дніпровський», який розташований в Дніпровському районі, Дніпропетровській області. Метою дослідження було оцінити та підібрати гібриди рожевоплідного помідора за врожайністю для зимових теплиць. Отримані результати дадуть інформацію для сільськогосподарських підприємств та фермерів щодо вибору найбільш продуктивних та пристосованих гібридів рожевоплідного помідора для вирощування в зимових теплицях Степової зони України, сприяючи підвищенню врожайності та господарської ефективності. В результаті проведених досліджень встановлено, що гібрид Фуджимару за сумою показників перевищував контроль гібрид помідора Есміра, і є кращим для вирощування у зимових теплицях для продовженої культури розміни.

Ключові слова: рожевоплідний гібрид помідора, зимові теплиці, гідропоніка, технологія вирощування, врожайність, товарність, біометричні показники, фенологічні фази.

Aleksandrova T.Yu. Assessment of yield and quality of indeterminate hybrids of pink-fruited tomato for winter greenhouses of the Steppe zone of Ukraine

The article deals with promising pink-fruited hybrids for cultivation in glass greenhouses of the Steppe zone of Ukraine. The research was conducted with such indeterminate pink-fruited tomato hybrids as: Esmira F1 (control), Fujimaru F1, Tomimaru Mucho F1, Hakimaru F1. The research determined the yield of hybrids, recorded the duration of the main phenological phases during the period of growing tomato plants, determined biometric parameters, obtained the dynamics of fruit formation and their marketability. The pink-fruited tomato was grown using modern technology by the method of low-volume hydroponics. The microclimate in the greenhouse (temperature, humidity, ventilation, carbon dioxide supply) is automated and controlled by a computer. Promising indeterminate hybrids were from the Dutch manufacturer, Monsanto, with similar biological characteristics and quality indicators: Fujimaru F1, Tomimaru Mucho F1, and Hakimaru F1. And also a hybrid from Rijk Zwaan – Esmira F1 (control). The method of cultivation is seedling. Plant density – 25 thousand plants per hectare, with a further increase in density to 31 thousand plants per hectare. The area of the plots was 10 m², replicated four times. Tomato plants were grown according to the recommended technology for winter greenhouses, namely, seedlings were grown in the seedling department for 32 days. The seedlings were planted in the greenhouse at a permanent place of cultivation and the plants were cared for according to the technology of growing in the greenhouse. Tomato harvesting was carried out during all months of fruiting (March, April, May, June, July, August, September, October, November) three times a week. Experimental studies were conducted in 2024 at the enterprise LLC TC "Dniprovskiy", which is located in the Dniprovskiy district, Dnipro region. The aim of the study was to evaluate and select hybrids of pink-fruited tomato in terms of yield for winter greenhouses. The obtained results will provide information for agricultural enterprises and farmers to select the most productive and adapted hybrids of pink tomato for growing in winter greenhouses of the Steppe zone of Ukraine, contributing to increased yields and economic efficiency. As a result of the research, it was found that the Fujimaru hybrid exceeded the control tomato hybrid Esmira by the sum of indicators and is preferable for growing in winter greenhouses for extended crop rotation.

Key words: pink-fruited tomato hybrid, winter greenhouses, hydroponics, cultivation technology, yield, marketability, biometric parameters, phenological phases.

ВИВЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ РОСЛИНАМИ БУРКУНУ БІЛОГО (*MELILOTUS ALBUS*) НА ҐРУНТАХ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ

АЛЕКСЄЄВ О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-5807-4932

Вінницький національний аграрний університет

ВРАДІЙ О.І. – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
orcid.org/0000-0001-7383-3829

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. На сьогоднішній день виявлено, що в Україні постраждало близько третини сільськогосподарських угідь внаслідок проведення бойових дій. Під час вибухів та роботи військової техніки у ґрунти потрапляє велика кількість токсичних вибухових речовин і важких металів. Ґрунт зазнає хімічного забруднення [12].

Із 2022 року співробітники Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України почали відбирати проби ґрунту з місць безпосереднього ведення бойових дій. Серед місць відбору – вирви від влучання ракет, бомб та мін, вогневі точки, горіння бойової техніки. Вміст важких металів у зразках ґрунту перевищує норму в 10–20 разів. Це ртуть, миш'як, свинець, залізо, мідь, хром [13].

В Інституті зазначають, що навколо вогневих точок не росте трава, а в ґрунті з-під згорілої військової техніки насіння пшениці взагалі не проростає.

Під час війни ґрунти зазнають також механічного та фізичного пошкодження – наприклад, ущільнення внаслідок роботи важкої техніки або зрушення через вибухи [11].

Фізичні і механічні пошкодження можна побачити неозброєним оком, щоб визначити хімічний вплив, необхідно робити аналіз, бо впливає і тепловий удар, і вибух, і розрив ґрунту. При цьому руйнується також біологічна складова ґрунту – практично «вигорає» і мікробіота, і гумус, і інші речовини, які відповідають за біологічну активність ґрунту [9].

Навіть ті території, над якими літали ракети, також зазнали шкоди. Залишки ракетного палива осідають на поля і потрапляють у ґрунт та рослини [10].

Відновлення таких ґрунтів, можливе при заорюванні вирв і їх обробці всієї ділянки мікроорганізмами, які розкладають токсичні речовини та висіванням рослин-фіторемедіантів для того, щоб витягти ці токсичні речовини. Наразі комплекс відновлення ґрунту від токсичного забруднення коштує приблизно 100–150 \$/га [1, 9].

До фіторемедіантів сільськогосподарських культур належать велика кількість рослин, а саме: соняшник (*Helianthus annuus*), гірчиця біла (*Sinapis alba*), буркун білий (*Melilotus albus*), канола (ріпак) (*Brassica napus*), кукурудза (*Zea mays*), сорго (*Sorghum bicolor*), люцерна (*Medicago sativa*), коноплі технічні (*Cannabis sativa*), топінамбур (*Helianthus tuberosus*), соя (*Glycine max*), льон (*Linum usitatissimum*) [2, 3].

В наших дослідженнях, спрямованих на відновлення ґрунтів, що зазнали впливу бойових дій, акцент

зроблено на буркун білий, як фіторемедіант [4, 14]. Буркун білий (*Melilotus albus*) – однорічна або дворічна рослина родини Бобові, яка проявляє високий потенціал як фіторемедіант, тобто рослина, здатна очищати забруднені ґрунти та середовище шляхом поглинання, стабілізації або трансформації шкідливих речовин [5].

Буркун здатен акумулювати в собі важкі метали, зокрема цинк (Zn), кадмій (Cd), свинець (Pb) та мідь (Cu). Він демонструє високу толерантність до токсичних концентрацій, не втрачаючи здатності до росту. Особливо ефективний у зоні промислового забруднення та на техногенних землях. Доведено здатність буркуну білого ефективно поглинати цезій-137 (¹³⁷Cs) – один з основних радіонуклідів, що забруднює території після аварії на ЧАЕС, а також може потрапляти в ґрунт із проведенням воєнних дій. Завдяки глибокій кореневій системі буркун може витягати радіоактивні елементи з глибших шарів ґрунту [6, 15].

Як бобова культура, він фіксує атмосферний азот у симбіозі з бактеріями, збагачуючи ґрунт. Сприяє відновленню родючості деградованих земель. Буркун має високу врожайність зеленої маси, що важливо для подальшого видалення забруднюючих речовин із біомасою [7].

Його можна використовувати як сидерат – рослину для зеленого добрива. Буркун білий – перспективна фіторемедіаційна культура, що поєднує очищення довкілля від токсичних речовин із покращенням ґрунтової якості. Його використання доцільне: у зоні техногенного та радіоактивного забруднення, на полях після забруднення важкими металами, на територіях, що зазнали впливу воєнних дій, на територіях, які потребують відновлення біологічної активності [16].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наразі відсутні опубліковані дослідження, які б безпосередньо вивчали використання буркуну білого (*Melilotus albus*) для фіторемедіації ґрунтів, що зазнали впливу бойових дій. Однак існують наукові роботи, які досліджують потенціал цієї рослини для очищення ґрунтів, забруднених важкими металами та іншими токсичними речовинами.

Антонін Кінтл та співавтори вивчали здатність буркуну білого накопичувати потенційно токсичні елементи (PTEs) у біомасі, що може бути використано для виробництва біометану. Дослідження показало, що буркун білий ефективно накопичує такі елементи, як цинк (Zn),

кадмій (Cd) та свинець (Pb), що свідчить про його потенціал у фіторе mediaції забруднених ґрунтів.

Тереза Стеліга та Дорота Клук оцінювали придатність буркуну лікарського (*Melilotus officinalis*), близького родича буркуну білого, для фіторе mediaції ґрунтів, забруднених нафтовими вуглеводнями та важкими металами (Zn, Pb, Cd). Результати показали, що ця рослина накопичує важкі метали переважно в кореневій системі, що вказує на її роль як фітостабілізатора.

Вчені-науковці різних установ України займаються питанням вирощування буркуну білого як фіторе mediaнта, такі, як: Інститут агроєкології і природокористування НААН України – займається дослідженнями в галузі агроєкології та має напрацювання щодо використання рослин-фіторе mediaнтів. Національний університет біоресурсів і природокористування України – проводить дослідження з агрономії та екології, включаючи вивчення бобових культур і їх ролі у відновленні ґрунтів. Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського – спеціалізується на питаннях родючості ґрунтів та проводить дослідження щодо фіторе mediaції.

Хоча ці дослідження не стосуються безпосередньо ґрунтів, що постраждали від бойових дій, результати свідчать про перспективність використання буркуну білого для відновлення та очищення забруднених територій. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оцінку ефективності цієї рослини саме в контексті фіторе mediaції ґрунтів, пошкоджених внаслідок військових конфліктів.

Метою дослідження є вивчення інтенсивності накопичення важких металів у рослинах буркуну білого (*Melilotus albus*), вирощених на ґрунтах, які зазнали впливу бойових дій, зокрема внаслідок забруднення уламками боеприпасів, вибухових речовин, важкої техніки та збройного втручання. Особливу увагу приділено оцінці фіторе mediaційного потенціалу буркуну як культури для відновлення деградованих територій і очищення ґрунтів від токсичних елементів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження по вивченню інтенсивності накопичення важких металів вегетативною масою буркуну білого проводилася на дерново-опідзолених піщаних ґрунтах в умовах міста Овруч Житомирської області (51°19'28" пн. ш. 28°48'29" сх. д.) та на сірих лісових ґрунтах в умовах міста Калинівка Вінницької області (49°26'50" пн. ш. 28°31'23" сх. д.), що постраждали внаслідок проведення бойових дій, а саме: детонації уламкових матеріалів крилатих ракет Х-101.

Буркун білий вирощували згідно загальноприйнятої технології, яка включала обробіток ґрунтів, висів насіння та догляд за посівами. Відбір ґрунтів для досліджень проводили методом конверту, який передбачає відбір зразків з кожного поля у п'яти різних місцях (по квадрату і по центру) на глибині переорювання ґрунту. Підбір зразків ґрунту із змішаної з п'яти точок партії відбирали методом точкових проб по 0,5 кг. Вегетативну масу буркуну білого відбирали по завершенню фази бутонізації шляхом його скошування. Площа скошування становила 1 м² у п'яти точках. Після цього з отриманих зразків

формували загальну партію з п'яти точок, проводячи в точкові відбори по 5 кг.

Вміст важких металів проводили у сертифікованій науково-вимірювальній лабораторії навчально-наукового інституту агротехнологій та природокористування Вінницького національного аграрного університету. Площі ділянок поля, на яких вирощувався буркун білий, склали 25 м² у трьохкратних повторностях. Біометричну обробку отриманих результатів досліджень проводили з урахуванням середнього арифметичного значення (M), середнього квадратичного відхилення (m) та достовірності різниці середніх значень (критерій P). Для позначення ймовірності в таблицях використовуються умовні позначення: P < 0,05*; P < 0,01**; P < 0,001***.

Спостереження, обліки та вимірювання проводили за загальноприйнятими методиками:

– проби ґрунту відбирали з шару 0–20 см відповідно до ДСТУ ISO 10381–1:2004;

– визначення вмісту рухомих форм важких металів (Pb, Cd, Zn, Cu) – після вилучення ацетатно-амонійним буферним розчином рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії відповідно до ДСТУ 4770.

Для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача використовували коефіцієнт безпеки елемента-забруднювача – співвідношення між концентрацією політанта в ґрунті та рослині та їх гранично допустимою концентрацією. Використовується для оцінки ступеня небезпечності елемента-забруднювача. За нормальних умов коефіцієнт безпеки має бути меншим або рівним 1. Визначається за формулою:

$$K_{нб} = \frac{C_i}{ГДК_i} \geq 1 \quad (1)$$

де C_i – концентрація і-тої забруднюючої речовини, мг/кг; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація і-тої забруднюючої речовини, мг/кг.

Для оцінки ступеня накопичення важких металів використовували коефіцієнт накопичення елемента-забруднювача – відношення концентрації забруднювача в рослинній продукції до його концентрації у ґрунті. Використовується для оцінки можливості переходу рухомих форм важких металів із ґрунту в гриби. Визначається за формулою:

$$K_n = \frac{C_{ip}}{C_{igp}} \quad (2)$$

де C_{ip} – концентрація і-тої забруднюючої речовини у рослині, мг/кг; C_{igp} – концентрація і-тої забруднюючої речовини у ґрунті, мг/кг.

Результати досліджень. Аналізуючи вміст важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах, що зазнали впливу бойових дій, де вирощували буркун білий на території міста Овруч Житомирської області виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій важких металів по Pb, Cd, Zn та Cu. (табл. 1). Вміст Pb, Cd, Zn та Cu у ґрунтах перевищував ГДК в середньому по групі у 1,1, 1,4, 1,0 та 1,2 раз відповідно.

Найвищий вміст серед досліджуваних важких металів у ґрунті був по Zn в порівнянні із Pb, Cd та Cu він був вищим у 3,44, 23,81 та 6,22 раз відповідно.

Таблиця 1

Моніторинг вмісту важких металів у ґрунті, що зазнав впливу бойових дій на території міста Овруч Житомирської області, мг/кг (n=3, M ± m)

Важкі метали	Вміст важких металів				ГДК
	I	II	III	Середнє по групі	
Pb	6,7	7,1	6,9	6,9 ± 0,3**	6,0
Cd	0,9	1,1	1,2	1,0 ± 0,21*	0,7
Zn	23,5	24,1	23,9	23,8 ± 1,3***	23,0
Cu	3,7	3,8	4,1	3,8 ± 0,7*	3,0

Таблиця 2

Моніторинг вмісту важких металів у ґрунті, що зазнав впливу бойових дій на території міста Калинівка Вінницької області, мг/кг (n=3, M ± m)

Важкі метали	Вміст важких металів				ГДК
	I	II	III	Середнє по групі	
Pb	8,1	8,9	7,7	8,2 ± 0,8**	6,0
Cd	0,9	1,8	2,3	1,6 ± 0,5*	0,7
Zn	27,9	24,7	25,1	25,9 ± 2,9***	23,0
Cu	6,1	4,9	3,5	4,8 ± 0,4*	3,0

Таблиця 3

Моніторинг вмісту важких металів у рослинній масі буркуну білого (*Melilotus albus*), вирощеного на території, що зазнала впливу бойових дій міста Овруч Житомирської області, мг/кг (n=3, M ± m)

Важкі метали	Вміст важких металів				ГДК
	I	II	III	Середнє по групі	
Pb	0,6	0,3	0,4	0,4 ± 0,1*	0,5
Cd	0,04	0,08	0,02	0,04 ± 0,7**	0,1
Zn	32,1	37,5	41,4	36,9 ± 1,2***	30,0
Cu	2,7	1,4	3,5	2,5 ± 1,4**	100,0

Таблиця 4

Моніторинг вмісту важких металів у рослинній масі буркуну білого (*Melilotus albus*), вирощеного на території, що зазнала впливу бойових дій міста Калинівка Вінницької області, мг/кг (n=3, M ± m)

Важкі метали	Вміст важких металів				ГДК
	I	II	III	Середнє по групі	
Pb	0,1	0,4	0,4	0,3 ± 0,8*	0,5
Cd	0,02	0,06	0,01	0,03 ± 1,7**	0,1
Zn	38,7	41,6	38,9	39,7 ± 0,2***	30,0
Cu	2,7	1,5	4,6	2,9 ± 1,4*	100,0

Аналіз вмісту важких металів у сірих лісових ґрунтах, що зазнали впливу бойових дій, де вирощували буркун білий на території міста Калинівка Вінницької області показав перевищення гранично допустимих концентрацій важких металів по Pb, Cd, Zn та Cu. (табл. 2). Вміст Pb, Cd, Zn та Cu у ґрунтах перевищував ГДК в середньому по групі у 1,3, 2,2, 1,1 та 1,6 раз відповідно.

Найвищий вміст серед досліджуваних важких металів у ґрунті був по Zn в порівнянні із Pb, Cd та Cu він був вищим у 3,1, 16,1 та 5,3 раз відповідно.

Результати досліджень (табл. 3) показують вміст важких металів у рослинній масі буркуну білого, який зростав в межах міста Овруч Житомирської області на забруднених внаслідок бойових дій дерново-підзолистих ґрунтах важкими металами.

Буркун білий у найбільшій концентрації найчастіше здатний поглинати Zn, що і доведено нашими дослідженнями, де присутнє перевищення ГДК по Zn. Концентрація Zn у рослинній масі буркуну білого була вища ГДК у 1,2 раз відповідно. А концентрація Pb, Cd та Cu не перевищувала ГДК і була нижчою за ГДК у 1,2, 2,5 та 40,0 раз відповідно. Концентрація Zn була вищою, порівняно із концентрацією Pb, Cd та Cu у 92,2, 922,5 та 14,7 раз відповідно.

Дані, що відображені у табл. 4 показують результати досліджень, що свідчать про вміст важких металів у рослинній масі буркуну білого, який зростав в межах міста Калинівка Вінницької області на забруднених внаслідок бойових дій сірих лісових ґрунтах важкими металами.

Нашими дослідженнями виявлено перевищення ГДК по Zn у рослинній масі буркуну білого. Концентрація Zn була вища ГДК у 1,3 раз відповідно. А концентрація Pb, Cd та Cu не перевищувала ГДК і була нижчою за ГДК у 1,6, 3,3 та 34,4 раз відповідно. Концентрація Zn була вищою, порівняно із концентрацією Pb, Cd та Cu у 132,3, 1323,3 та 13,6 раз відповідно.

Результати досліджень коефіцієнту небезпеки важких металів у дерново-підзолистих ґрунтах міста Овруч (рис. 1) показали найвищий його показник по Cd – 1,42, у порівнянні із Pb, Cd та Cu він був вищим у 1,23, 1,37 та 1,12 раз відповідно.

У сірих лісових ґрунтах показник коефіцієнту небезпеки був найвищим також по Cd – 2,28, що є вищим за показники коефіцієнту небезпеки по Pb, Zn та Cu у 1,67, 2,03 та 1,42 раз відповідно. Якщо порівнювати показники коефіцієнту небезпеки важких металів між містами, то у ґрунтах міста Калинівка показники коефіцієнта небезпеки були вищими по Pb, Cd, Zn та Cu за показники коефіцієнта небезпеки у ґрунтах міста Овруч у 1,18, 1,61, 1,08 та 1,26 раз відповідно.

Також нашими дослідженнями для оцінки ступеня небезпеки вирощування рослинної сировини на землях, що постраждали внаслідок бойових дій (рис. 2), розраховано коефіцієнт небезпеки важких металів у рослинній масі буркуну білого. У рослин буркуну білого найвищий показник коефіцієнту небезпеки, вирощених в умовах міста Овруч був по Zn, він був вищим показника коефіцієнта небезпеки Pb, Cd та Cu у 1,53, 3,07 та 49,2 раз відповідно.

Показника коефіцієнта небезпеки у рослинній масі буркуну білого, вирощеного в межах міста Калинівка був найвищим також по Zn, в порівнянні із Pb, Cd та Cu 2,16, 4,33 та 44,82 раз відповідно. Порівнюючи показники коефіцієнта небезпеки важких металів у рослинній масі буркуну білого, вирощеного в різних містах, на різних

типах ґрунтів, але тих, що піддавались впливу бойових дій, то показники коефіцієнту небезпеки Pb, Cd, та Zn були вищими у зразках, відібраних у місті Овруч у 1,33, 1,33 та 0,94 раз відповідно, а показник коефіцієнта небезпеки Cu був вищим у рослинній сировині буркуну білого, вирощеного у місті Калинівка у 1,16 раз відповідно.

Також для аналізу переходу важких металів досліджуваних територій, нами було розраховано показник коефіцієнту накопичування. З рис. 3 видно, що коефіцієнт накопичення у рослинній масі буркуну білому, що зростав на дерново-підзолистих ґрунтах в межах міста Овруч був найвищим по Zn і складав 1,5, він був вищим в порівнянні із коефіцієнтом накопичення Pb, Cd та Cu у 30,0, 50,0 та 2,5 рази відповідно.

Коефіцієнт накопичення важких металів у рослинній масі буркуну білого, що зростав на сірих лісових ґрунтах в межах міста Калинівка також був най вищим по Zn, в порівнянні із Pb, Cd та Cu у 50, 150 та 2,5 раз відповідно. Порівнюючи показники коефіцієнта накопичення між рослинною масою буркуну білого, що зростав на території міст Овруч та Калинівка, видно, що по Zn та Cu вони були однакові і становили 1,5 та 0,6 відповідно. А по Pb і Cd вони відрізнялись, по Pb та Cd коефіцієнт накопичення був більшим у 1,6 та 3,0 раз відповідно.

Висновки. Результати дослідження підтверджують високу ефективність буркуну білого у процесах фіторе mediaції ґрунтів, забруднених унаслідок бойових дій. Рослина виявила здатність накопичувати важкі метали: Pb, Cd та Cu і в меншій мірі – Zn, який буркун білий може накопичувати у більших концентраціях, що показано у наших дослідженнях, толерувати високі концентрації забруднювачів. Для вилучення перевищених концентрацій Zn, на цих землях можна висаджувати інші культури фіторе mediaнти, які здатні накопичувати в меншій мірі важкий метал – Zn.

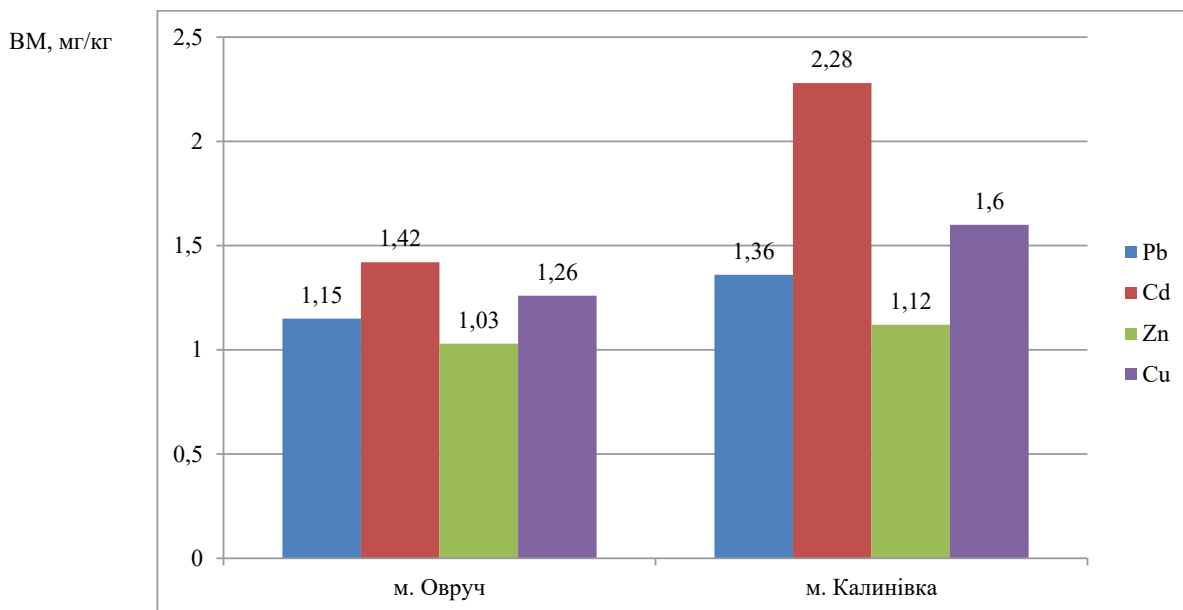


Рис. 1. Коефіцієнт небезпеки важких металів у дерново-підзолистих та сірих лісових ґрунтах

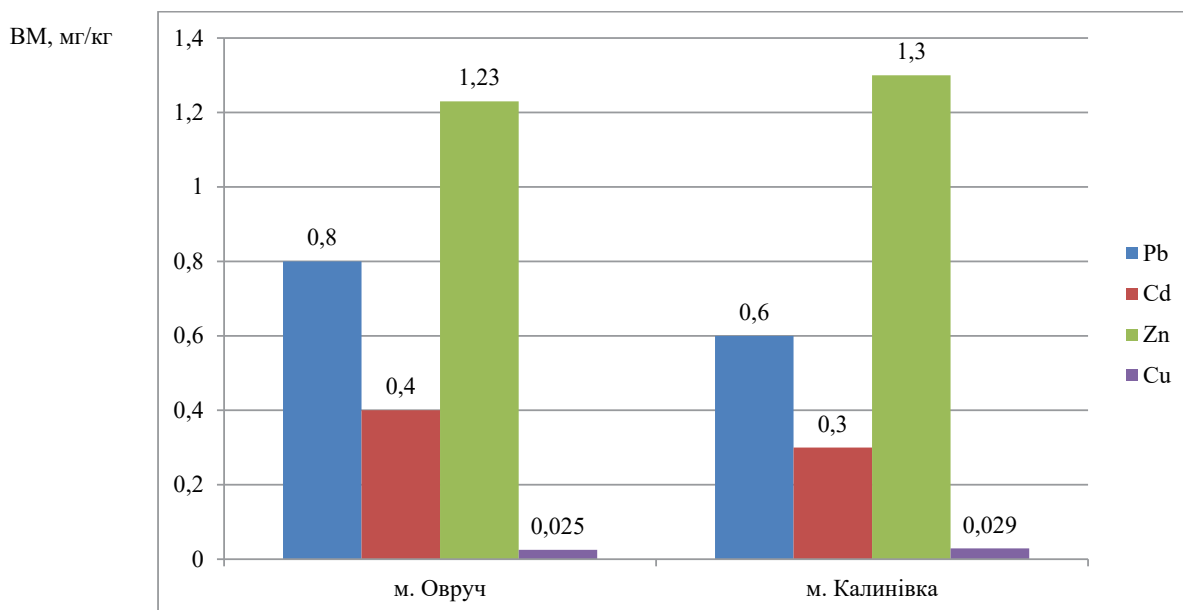


Рис. 2. Коефіцієнт небезпеки важких металів у рослинній масі буркуну білого (*Melilotus albus*)

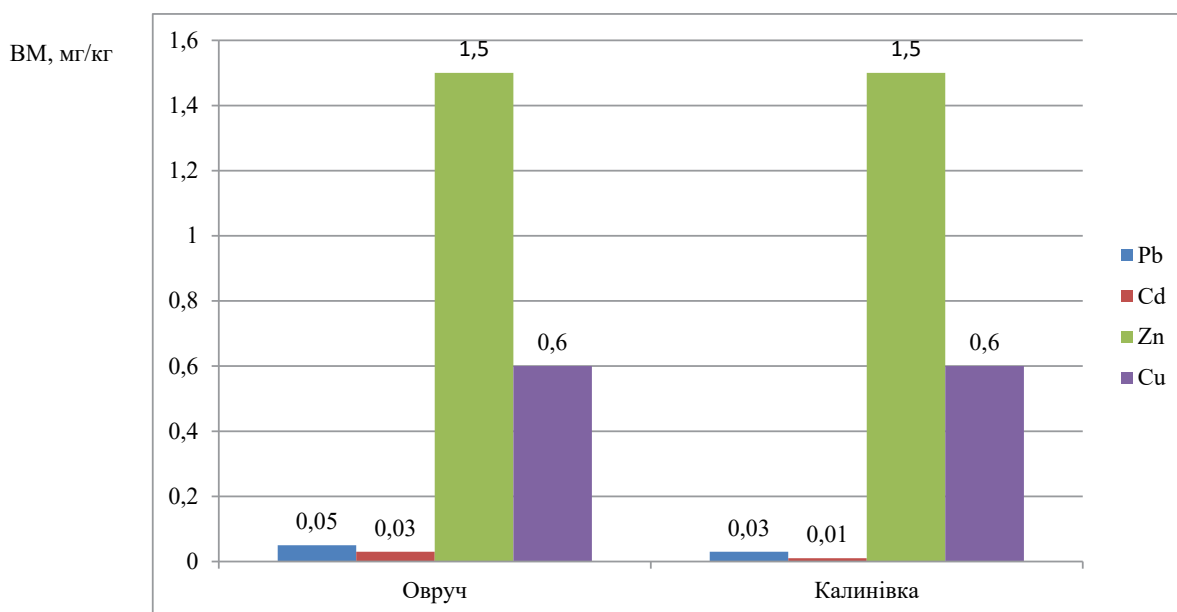


Рис. 3. Коефіцієнт накопичення важких металів у рослинній масі буркуну білого (*Melilotus albus*)

Перспективою подальших наших досліджень є вивчення системи **відновлення біологічної активності ґрунту** при вирощуванні буркуну білого на ґрунтах, що зазнали впливу бойових дій, завдяки азотфіксуючому симбіозу рослин та мікроорганізмів. Буркун білий також показує високу врожайність біомаси, що дозволить ефективно вилучати токсичні речовини з територій, які потребують екологічної реабілітації – також перспектива подальших наших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Merkl N., Schultze-Kroft R., Infant C. Assessment of Tropical Grasses and Legumes for Phytoremediation

of Petroleum- Contaminated Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2005. Vol. 165, Issue 1–4. P. 195–209.

2. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ Нічлава, 2003. 320 с.
3. Frick C. M., Farrell R. E., Germida J. J. Assessment of phytoremediation as an in situ technique for cleaning oil-contaminated sites. PTAC Petroleum Technology Alliance, Canada, Calgary, 1999. 88 p.
4. Цицюра Я.Г., Шкатула Ю.М., Забарна Т.А., Пелех Л.В. Інноваційні підходи до фітореMediaції та фіторекультивати у сучасних системах землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 1200 с.

5. Демидась Г.І., Захлебаєв М.В. Продуктивність буркуну білого в чистих та сумісних посівах з однорічними злаковими культурами. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2017. Вип. 90(1). С. 47–54.
6. Косу́ба Р.Б., Ткачук О.Ю. Стан і перспективи використання буркуну лікарського в медицині та фармації. *Фітотерапія*. 2009. № 2. С. 53–56.
7. Лавриненко Ю.О., Влашчук А.М., Влашчук О.А. Особливості водоспоживання буркуну білого однорічного в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип.110. Ч.1. С. 113–119.
8. Влашчук А.М. Оптимізація параметрів адаптивної технології вирощування буркуну білого однорічного. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: матер. Всеукр. наук.-практ. конф.* (Миколаїв. 04-06 грудня 2019 р.). Миколаїв: МНАУ. 2019. С. 20–22.
9. Razanov S., Aliksieiev O., Aliksieieva O., Vradii O., Mazur K., Puyu V., Piddubna A., Povochnikov M., Postoienko D., Zelisko O. The content of heavy metals and trace elements in different soils used under the conditions of homestead plots and field agricultural lands of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25 (6). P. 42–50. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/186820>
10. Мазур В.А., Врадій О.І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 2 (13). С. 16–24. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-2-2
11. Ткачук О.П., Врадій О.І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки*. 2022. № 2 (41). С. 43–47. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>
12. Razanov S.F., Husak O.B., Tkachuk Y.I., Vradii O.I., Aliksieiev O.O., Verhelis V.I., Razanova A.M. Influence of soil moisture level on the translocation of plumbum and cadmium in the grains of winter cereals. *Agrology*. 2022. Vol. 5(4). P. 122–125. DOI: 10.32819/021119
13. Vradii O.I., Aliksieiev O.O. Ecological and economic assessment of the state of forest ecosystems in the conditions of marital state in Ukraine. *Аграрні інновації*. 2024. № 27. С. 29–36. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.4>
14. Alves J.D.C., Souza A.P.D., Pôrto M.L.A., Fontes R.L.F., Arruda J., Marques L.F. Potential of sunflower, castor bean, common buckwheat and vetiver as lead phytoaccumulators. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2016. Vol. 20. No 3. P. 243–249. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p243-249>
15. Amjad M., Iqbal M.M., Abbas G., Farooq A.B.U., Naeem M.A., Imran M., Murtaza B., Nadeem M., Jacobsen S.-E. Assessment of cadmium and lead tolerance potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and its implications for phytoremediation and human health. *Environmental Geochemistry and Health*. 2022. Vol. 44. No 5. P. 1487–1500. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00826-0>
16. Baudhdh K., Singh K., Singh B., Singh R. P. Ricinus communis: A robust plant for bio-energy and phytoremediation of toxic metals from contaminated soil. *Ecological Engineering*. 2015. Vol. 84. P. 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.038>

REFERENCES:

1. Merkl N., Schultze-Kroft R., Infant C. (2005). Assessment of Tropical Grasses and Legumes for Phytoremediation of Petroleum-Contaminated Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 165, 1-4, 195–209.
2. Hrytsaienko Z.M., Hrytsaienko A.O., Karpenko V.P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils]. K.: ZAT Nichlava, 320 [in Ukrainian].
3. Frick C.M., Farrell R.E, Germida J.J. (1999). Assessment of phytoremediation as an in situ technique for cleaning oil-contaminated sites. PTAC Petroleum Technology Alliance, Canada, Calgary, 88.
4. Tsytsiura Ya.H., Shkatula Yu.M., Zabarna T.A., Pelekh L.V. (2022). Innovatsiini pidkhody do fitoremediatsii ta fitorekultyvatsii u suchasnykh systemakh zemlerobstva [Innovative approaches to phytoremediation and phytorecultivation in modern agricultural systems]: monohrafiia. Vinnytsia: TOV «Druk», 1200 [in Ukrainian].
5. Demydas H.I., Zakhliebaiev M.V. (2017). Produktivnist burkunu biloho v chystykh ta sumisnykh posivakh z odnorichnyimi zlakovymi kulturamy [Productivity of white clover in pure and mixed crops with annual cereal crops]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*, 90(1), 47–54 [in Ukrainian].
6. Kosuba R.B., Tkachuk O.Iu. (2009). Stan i perspektyvy vykorystannia burkunu likarskoho v medytsyni ta farmatsii [Status and prospects for the use of medicinal marigold in medicine and pharmacy]. *Fitoterapiia*, 2, 53–56 [in Ukrainian].
7. Lavrynenko Yu.O., Vlashchuk A.M., Vlashchuk O.A. (2019). Osoblyvosti vodospozhyvannia burkunu biloho odnorichnoho v umovakh Pivdnia Ukrainy [Peculiarities of water consumption of annual white sedge in the conditions of Southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 110, 1, 113–119 [in Ukrainian].
8. Vlashchuk A.M. (2019). Optymizatsiia parametriv adaptivnoi tekhnolohii vyroshchuvannia burkunu biloho odnorichnoho [Optimization of parameters of adaptive technology for growing annual white yam]. *Aktualni problemy zemlerobskoi haluzi ta shliakhy yikh vyryshennia: mater. Vseukr. nauk.-prakt. konf.* (Mykolaiv. 04-06 hrudnia 2019 r.). Mykolaiv: MNAU, 20–22.
9. Razanov S., Aliksieiev O., Aliksieieva O., Vradii O., Mazur K., Puyu V., Piddubna A., Povochnikov M., Postoienko D., Zelisko O. (2024). The scontent of heavy metals and trace elements in different soils used under the conditions of homestead plots and field agricultural lands of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*, 25 (6), 42–50. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/186820>
10. Mazur V.A., Vradii O.I. (2019). Monitorynh zabrudnennia hruntiv vazhkymy metalamy naukovodoslidnoi dilianky v NDH «Ahronomichne» Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Monitoring of soil contamination by heavy metals at the research site at the Agronomicheskyy Research Institute of Vinnytsia National Agrarian University]. *Sil'ske*

- hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 2 (13), 16–24. DOI: 10.37128/2707-5826-2019-2-2
11. Tkachuk O.P., Vradii O.I. (2022). Balans pozhyvnykh rechovyh u gruntі pry vyroshchuvanni zernobobovykh kultur [Soil nutrient balance when growing legumes]. *Ekologichni nauky*, 2 (41), 43–47. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>
 12. Razanov S.F., Husak O.B., Tkalich Y.I., Vradii O.I., Alekseiiev O.O., Verhelis V.I., Razanova A.M. (2022). Influence of soil moisture level on the translocation of plumbum and cadmium in the grains of winter cereals. *Agrology*, 5(4), 122–125. DOI: 10.32819/021119
 13. Vradii O.I., Alekseiiev O.O. (2024). Ecological and economic assessment of the state of forest ecosystems in the conditions of marital state in Ukraine. *Ahrarni innovatsii*, 27, 29–36. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.4>
 14. Alves J.D.C., Souza A.P.D., Pôrto M.L.A., Fontes R.L.F., Arruda J., Marques L.F. (2016). Potential of sunflower, castor bean, common buckwheat and vetiver as lead phytoaccumulators. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20, 3, 243–249. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p243-249>
 15. Amjad M., Iqbal M.M., Abbas G., Farooq A.B.U., Naeem M.A., Imran M., Murtaza B., Nadeem M., Jacobsen S.-E. (2022). Assessment of cadmium and lead tolerance potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and its implications for phytoremediation and human health. *Environmental Geochemistry and Health*, 44, 5, 1487–1500. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00826-0>
 16. Baudh K., Singh K., Singh B., Singh R.P. (2015). Ricinus communis: A robust plant for bio-energy and phytoremediation of toxic metals from contaminated soil. *Ecological Engineering*, 84, 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.038>

Алексєєв О.О., Врадїй О.І. Вивчення інтенсивності накопичення важких металів рослинами буркуну білого (*Melilotus albus*) на ґрунтах, що зазнали впливу бойових дій

Метою дослідження є вивчення інтенсивності накопичення важких металів у рослинах буркуну білого (*Melilotus albus*), вирощених на ґрунтах, які зазнали впливу бойових дій, зокрема внаслідок забруднення уламками боеприпасів, вибухових речовин, важкої техніки та збройного втручання. Особливу увагу приділено оцінці фітореMediaційного потенціалу буркуну як культури для відновлення деградованих територій і очищення ґрунтів від токсичних елементів.

Методи. Методологічною основою даного дослідження є: емпіричні (польові експерименти та спостереження; вимірювання показників об'єкту дослідження; теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень; статистичний; математичний.

Результати. Вивчено інтенсивність забруднення важкими металами різних типів ґрунтів, що зазнали наслідків бойових дій та вирощування на них рослин-фітореMediaнтів буркуну білого (*Melilotus albus*). Встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій Pb, Cd, Zn та Cu у дерново-підзолистих ґрунтах міста Овруч Житомирської області та сірих лісових ґрунтах міста Калинівка, які безпосередньо піддавались впливу бойових дій, у вигляді детонації уламкових

матеріалів крилатих ракет Х-101. Дослідження показали ефективність вирощування на таких ґрунтах буркуну білого (*Melilotus albus*), як потужного фітореMediaнта. У рослинній масі буркуну білого виявлено перевищення гранично допустимої концентрації важких металів тільки по Zn, що вказує на позитивний ефект вирощування даної сільськогосподарської культури на землях, що зазнали впливу бойових дій.

Висновки. Результати дослідження підтверджують високу ефективність буркуну білого у процесах фітореMediaції ґрунтів, забруднених унаслідок бойових дій. Рослина виявила здатність накопичувати важкі метали: Pb, Cd та Cu і в меншій мірі – Zn, який буркун білий може накопичувати у більших концентраціях, що показано у наших дослідженнях, толерувати високі концентрації забруднювачів. Для вилучення перевищених концентрацій Zn, на цих землях можна висаджувати інші культури фітореMediaнти, які здатні накопичувати в меншій мірі важкий метал – Zn.

Ключові слова: буркун білий, Pb, Cd, Zn, Cu, рослинна маса, концентрація.

Alekseiiev O.O., Vradii O.I. Study of the intensity of accumulation of heavy metals by *Melilotus albus* plants on soils affected by hostilities

The aim of the study is to learn the intensity of accumulation of heavy metals in *Melilotus albus* plants grown on soils affected by hostilities, in particular as a result of contamination by fragments of ammunition, explosives, heavy equipment and armed intervention. Special attention is paid to the assessment of the phytoremediation potential of *Melilotus albus* as a crop for the restoration of degraded areas and the purification of soils from toxic elements.

Methods. The methodological basis of this study is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the object of study; theoretical (hypothesis formulation and formation of conclusions based on research results; statistical; mathematical.

Results. The intensity of heavy metal contamination of different types of soils that have suffered the consequences of hostilities and the cultivation of phytoremediant plants of *Melilotus albus* on them was studied. Exceedance of the maximum permissible concentrations of Pb, Cd, Zn and Cu was established in sod-podzolic soils of the city of Ovruch, Zhytomyr region and gray forest soils of the city of Kalynivka, which were directly exposed to the effects of hostilities, in the form of detonation of debris materials of cruise missiles X-101. Studies have shown the effectiveness of growing *Melilotus albus* on such soils as a powerful phytoremediant. In the plant mass of *Melilotus albus*, the maximum permissible concentration of heavy metals was found to be exceeded only for Zn, which indicates the positive effect of growing this crop on lands affected by hostilities.

Conclusions. The results of the study confirm the high efficiency of *Melilotus albus* in the processes of phytoremediation of soils contaminated as a result of hostilities. The plant has shown the ability to accumulate heavy metals: Pb, Cd and Cu and to a lesser extent – Zn, which *Melilotus albus* can accumulate in higher concentrations, which is shown in our studies, to tolerate high concentrations of pollutants. To remove excess concentrations of Zn, other phytoremediant crops can be planted on these lands, which are able to accumulate the heavy metal – Zn to a lesser extent.

Key words: *Melilotus albus*, Pb, Cd, Zn, Cu, plant mass, concentration.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ПІД ВПЛИВОМ МІКРОДОБРІВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

БАЙДА М.П. – агроном

orcid.org/0000-0002-4986-9722

Верхняцька дослідно-селекційна станція

Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. За останні десятиріччя технології застосування мікродобрив та регуляторів росту поширились з дослідних ділянок на виробничі посіви, не тільки в Україні а й по всьому світу. Причому даний агрозахід розглядається як постійно застосовуваний елемент технології вирощування, що доповнює заходи застосування пестицидів або інших елементів технології догляду [2; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попри беззаперечну ефективність застосування мікродобрив та регуляторів росту в наукових публікаціях наводяться доволі різноманітні дані щодо ефективності їх по впливу на продуктивність рослин. Так, рівень врожайності злакових культур може зростати порівняно з необробленими варіантами дослідів від 0,4 до 1,3 т/га, а буряків цукрових від 2,0 до 3,0 т/га [3; 10].

А згідно інших досліджень згадується, що біопрепарати і регулятори росту за передпосівної обробки ячменю ярого показали ефективність 16,1–40,9 %, та найбільший приріст урожаю отримано за обробки регулятором росту Вимпел (0,99 т/га) і біопрепаратом Кладостим (0,86 т/га). А інші дослідники визначили, що можна отримати прибавку врожаю від застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив га рівні 0,08–0,28 т/га [4; 11].

Вчені що вивчали особливості впливу регуляторів росту на урожайність сої Аратта встановили, що залежно від застосовуваного препарату отримана прибавка врожайності 0,13–0,34 т/га, Аратта – 0,18–0,31 та Софія 0,12–0,40 т/га. А інші вчені показали значно меншу ефективність даного агрозаходу і прибавка від внесення регуляторів росту у сорту Маша склала 0,06 т/га, у сорту Седмиця – 0,08 т/га, у сорту Лара – 0,18 т/га. Інші дослідники показали, що за застосування виключно регулятора росту урожайність сої сорту Романтика зросла на 0,30 т/га, Аннушка – на 0,28 т/га, а за умови сумісного застосування інокуляції насіння – на 0,48 і 0,50 т/га відповідно [5].

Зазвичай регулятори росту та мікродобрива незначно впливають на формування продуктивності рослин і їх вклад становить в межах 5–15 %. Водночас є публікації де внесок даного класу препаратів в формування врожайності оцінюється в межах 20–30 %, однак, на нашу думку, це можливо при достатньо хорошому забезпеченні рослин іншими елементами живлення, та значною потребою рослин в мікродобривах [6; 7; 9].

Отже, внесок регуляторів росту та мікродобрив в урожайність не можна оцінити однозначно, та деякі питання, особливо що стосується комплексної взаємодії препаратів потребують додаткового вивчення.

Метою цього дослідження було визначити найбільш пристосовані до умов регіону сорти сої та підібрати кращі поєднання мікродобрив та регуляторів росту для їх вирощування.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на Верхняцькій дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (Христинівський р-н, Черкаської обл.).

За гідротермічними умовами територія належить до зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Водночас, попри те що погодні умови в роки досліджень відрізнялись від середньобагаторічних значень вони були сприятливими для росту та розвитку рослин.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений: вміст гумусу 3,36–4,89 %, гідролітична кислотність 2,2–3,8 ммоль на 100 г ґрунту, вміст рухомих форм фосфору і калію – 90–140 і 70–100 мг/кг ґрунту, легкогідролізованого азоту 100–120 мг/кг ґрунту, сума увібраних основ – 28–30 ммоль на 100 г ґрунту.

Схема дослідів передбачала вирощування сортів: Аратта, Кордоба та Феєрія, а також такі фактори технології: мікродобрива (Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га) та в фазу бутонізації (0,25 л/га) + в фазу цвітіння (0,25 л/га)); регулятори росту (Біосил, Радостим). Облікова площа ділянки – 35 м², повторність – чотириразова, розміщення ділянок рендомізоване, спосіб сівби – широкорядний – 45 см.

Дослідження проводились за загальноновизнаними та спеціальними методиками дослідної справи в агрономії [1].

Результати досліджень. За результатами досліджень встановлено, що використання винятково регуляторів росту рослин вносить мінімальні зміни у формування урожайності досліджуваних сортів сої (табл. 1).

Порівняно з іншими ознаками вклад варіантів де застосовувались в комплексі мікродобрива та регулятори росту рослин в формування урожайності сої був максимальний в розрізі усіх досліджуваних нами сортів.

Досліджено, що в сорту Кордоба гарна урожайність була на варіантах з застосуванням комбінацій препаратів Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації + Радостим – 2,92 т/га, а за застосування Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим урожайність становила 2,93 т/га та 2,97 т/га. Тобто була трішки вищою, проте достовірно не різнилась до попереднього варіанту. Аналогічно, в сорту сої Феєрія нами були отримані гарні параметри урожайності за

Таблиця 1

Продуктивність сої залежно від застосування мікродобрив та регуляторів росту (2020–2022 рр.)

Сорт	Мікродобриво	Регулятор росту	Урожайність, т/га	Вміст білку, %	Вміст жиру, %
Аратта	Без мікродобрив	Без регуляторів росту	2.06	35.3	19.6
		Біосил	2.05	35.9	20.0
		Радостим	2.06	37.0	20.2
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.27	37.2	20.5
		Біосил	2.29	37.4	20.5
		Радостим	2.35	37.7	20.6
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га) + в фазу цвітіння (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.28	37.0	20.7
		Біосил	2.34	38.5	21.3
		Радостим	2.35	39.6	22.0
Кордоба	Без мікродобрив	Без регуляторів росту	2.14	39.5	18.8
		Біосил	2.13	40.0	19.1
		Радостим	2.17	40.5	19.3
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.31	41.4	20.1
		Біосил	2.33	41.6	20.2
		Радостим	2.40	43.5	21.3
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га) + в фазу цвітіння (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.40	41.9	20.9
		Біосил	2.41	43.3	21.5
		Радостим	2.45	44.3	22.1
Феєрія	Без мікродобрив	Без регуляторів росту	2.15	37.8	20.6
		Біосил	2.13	38.6	21.3
		Радостим	2.15	38.6	21.4
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.43	39.4	21.7
		Біосил	2.48	39.9	22.0
		Радостим	2.49	39.8	22.0
	Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га) + в фазу цвітіння (0,25 л/га)	Без регуляторів росту	2.44	39.2	22.0
		Біосил	2.50	41.2	22.3
		Радостим	2.53	41.7	22.0
НІР _{0,05}			0,15	0,9	0,20

поєднання Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації + Радостим та за внесення Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим.

Встановлено, що в середньому по досліді, за обробки рослин сої регуляторами росту, за внесення Біосилу та Радостиму отримано прибавку вмісту білку в 0,87 та 1,57 %. В випадку ж обробки рослин мікродобривами ми отримали за застосування Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації прибавку вмісту білку 1,61 %, а за застосування Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації та в фазу цвітіння на 2,60 %.

В цілому ж, якщо аналізувати варіанти досліді, то в сорту сої Кордоба отримано кращі показники за вмістом білку на варіантах з застосуванням комбінацій препаратів Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації + Радостим – 43,5 %, а за застосування Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації + в фазу цвітіння в поєднанні з Біосил або Радостим – 43,3 % та 44,3 % відповідно. Натомість в сорту сої Феєрія кращим поєднанням було двократне застосування мікродобрив з регуляторами росту.

Аналіз вмісту жиру показав, що якщо порівнювати варіанти досліді з контрольними, без застосування

регуляторів росту, то отримано прибавку за внесення Біосилу 0,34 %, а Радостиму 0,67 %. А за обробки рослин мікродобривами ми отримали за однократного застосування Yara Vita Моно Молітрак прибавку 0,96 %, а за двократного застосування Yara Vita Моно Молітрак прибавку 1,62 %.

Кращими ж варіантами за вмістом жиру в сорту сої Кордоба було застосуванням комбінацій препаратів Yara Vita Моно Молітрак + Радостим – 21,3 %, а за застосування Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим – 21,5 % та 22,1 % відповідно. А кращі показники сої Феєрія були на варіанті поєднання Yara Vita Моно Молітрак двічі та використання з Біосил, що забезпечувало отримання 22,3 % жиру.

Фактично, попри загальний потенціал застосування мікродобрив та регуляторів росту в підвищенні вмісту білку та жиру нами було відмічено сорт специфічні особливості норми реакції рослин по накопиченню жиру в насінні.

Аналіз впливу факторів показує нам істотну значимість фактору мікродобрива (32 %), умов вегетаційного періоду (34 %) та сортових особливостей (18 %) на формування урожайності сої (рис. 1).

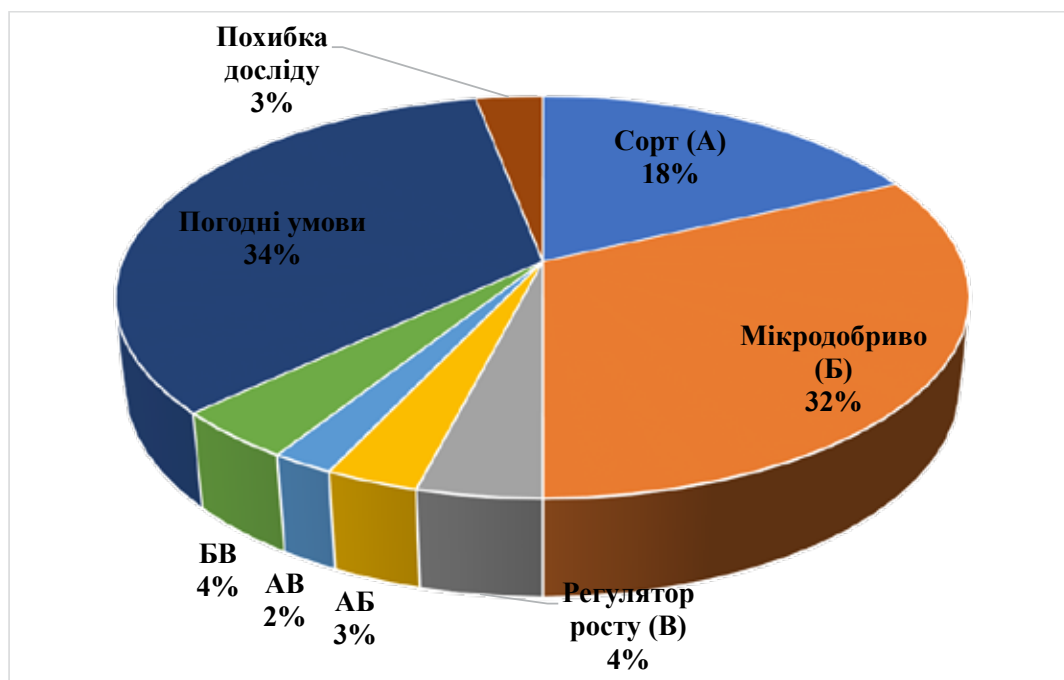


Рис. 1. Впливу факторів на урожайність сої

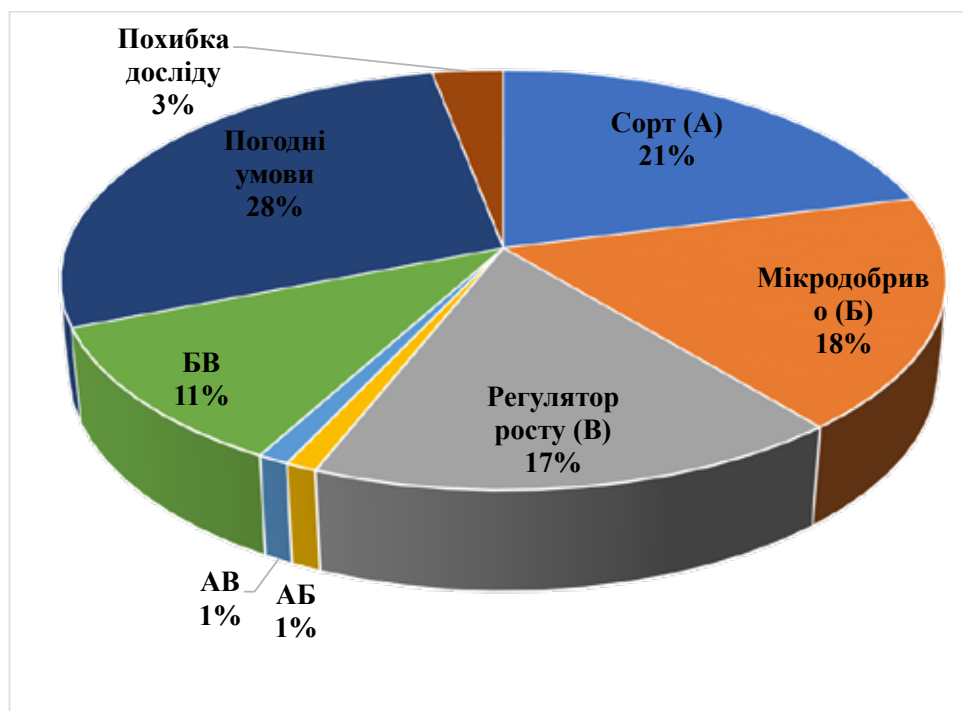


Рис. 2. Вплив факторів на вміст білку в насінні сої

Отже, попри значну роль інших факторів в технології вирощування сої, застосування мікродобрив та регуляторів росту не тільки поліпшує загальний фізіологічний стан рослин а й сприяє формуванню вищого рівня продуктивності. Що в випадку незначних витрат на препарати та їх застосування є цікавим для поширення в виробничих умовах.

За результатами визначення впливу на вміст білку встановлено істотну значимість фактору умов вегетаційного періоду (28 %), сортових особливостей (21 %), мікродобрива (18 %) та регулятора росту (17 %) (рис. 2).

Також мікродобрива та регулятори росту взаємодіяли доволі істотно – на рівні 11 %, а решта взаємодій факторів була на доволі незначному рівні впливу.

Висновки. Досліджено, що краща урожайність сорту Аратта була за поєднання Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації та мікродобрива Радостим – 2,35 т/га, та на варіантах застосування Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 2,34 т/га та 2,35 т/га. Урожайність сорту сої Кордоба на цих же комбінаціях препаратів становила 2,40 т/га, 2,41 т/га та 2,45 т/га. Також найкращий рівень продуктивності був на даних варіантах отриманий і в сорту сої Феєрія (2,49–2,53 т/га).

Встановлено, що кращий вміст білку в сорту Аратта отримано за внесення Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 38,5 % та 39,6 %. А в сорту сої Кордоба кращі показники були на варіантах Yara Vita Моно Молітрак + Радостим – 43,5 %, та Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим – 43,3 % та 44,3 %. А для сорту Феєрія визначено, що внесення Yara Vita Моно Молітрак двічі з Біосил або Радостим забезпечувало отримання 41,2 % та 41,7 % вмісту білку в насінні.

Доведено, що за вмістом жиру в насінні сорту Аратта кращими були варіанти Yara Vita Моно Молітрак за двократного внесення з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 21,3 % та 22,0 %. А в сорту Кордоба кращі показники отримано за застосування Yara Vita Моно Молітрак + Радостим – 21,3 %, та Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим – 21,5 % та 22,1 % відповідно. А для сорту Феєрія кращим був варіант двократного внесення Yara Vita Моно Молітрак та використання з Біосил, що забезпечив 22,3 % жиру в насінні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Методика селекційного експерименту (в рослинництві) / Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М., Криворученко Р. В., Турчинова Н. П., Присяжнюк О. І. Харків, 2014. 229 с.
- Мойсієнко В. В., Дідора В. Г. Агроекономічне обґрунтування ролі сої в розв'язанні проблеми рослинного білка в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2010. Вип. 1. С. 153–166.
- Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої за впливом агрономічних прийомів в умовах північної частини Лісостепу. *Землеробство*. 2014. Вип. 1–2. С. 74–78.
- Патика М. В., Патика В. П. Актуальні проблеми біорізноманіття та кліматичних коливань. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 6. С. 5–10.
- Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В. Роль кліматичних факторів у формуванні селекційної політики в Лісостеповій зоні України. *Селекція та насінництво*. 2006. № 93. С. 60–67.
- Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Колісник С. І. Шляхи підвищення продуктивності сої в умовах Лісостепу України. *Селекція та насінництво*. 2005. № 90. С. 50–58.
- Присяжнюк О. І., Григоренко С. В. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Науковий супровід виробництва сої: проблеми та перспективи*. Благівіщенськ: ТОВ «ІПК «ОДЕОН», 2018. С. 264–271.
- Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю. Особливості реалізації біологічного потенціалу сортів сої залежно від технологічних методів вирощування в умовах Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 2. С. 215–223. doi:10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773
- Стрижак А. М. Дослідження реакції сої різних груп стиглості на посуху в умовах Центрального Лісостепу України. *Селекція й генетика бобових: сучасні аспекти й перспективи*: Матеріали міжнар. наук. конф. Одеса, 23–26 черв. 2014. С. 224–227.
- Тараріко О. Г., Ільєнко Т. В. Прогнозування впливу погодних умов на урожайність зернових культур. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 66–72.
- Заболотний О. Г. Проблеми підвищення ефективності виробництва та переробки сої. Вінниця: Книга-Вєра, 2006. 168 с.

REFERENCES:

- Ermantraut, E.R., Hoptsi, T.I., Kalenska, S.M., Kryvoruchenko, R.V., Turchynova, N.P., & Prysiazniuk, O.I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (v roslinnytstvi) [Methods of selection experiment (in crop production)]*. Kharkiv, 229 [in Ukrainian].
- Moisiienko, V.V., & Didora, V.H. (2010). Ahroekonomichne obgruntuvannia roli soi v rozv'iazanni problemy roslynnoho bilka v Ukraini [Agroeconomic substantiation of the role of soybean in solving the problem of vegetable protein in Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalno ahroekologichnoho universytetu*, 1, 153–166 [in Ukrainian].
- Mosondz, N.P. (2014). Formuvannia produktyvnosti soi za vplyvom ahronomichnykh priyomiv v umovakh pivnichnoi chastyny Lisostepu [Formation of soybean productivity as affected by agronomical practices under the conditions of the northern part of the Forest-Steppe]. *Zemlerobstvo*, 1–2, 74–78 [in Ukrainian].
- Patyka, M.V., & Patyka, V.P. (2014). Aktualni problemy bioriznomanittia ta klimatichnykh kolyvan [Current issues of biodiversity and climate fluctuation]. *Visnyk ahronoi nauky*, 6, 5–10 [in Ukrainian].
- Petrychenko, V.F., Babych, A.O., & Ivaniuk, S.V. (2006). Rol klimatichnykh faktoriv u formuvanni selektsiinoi polityky v Lisostepovii zoni Ukrainy [The role of climatic factors in the formation of breeding policy in the Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Selektsiia ta nasinnystvo*, 93, 60–67 [in Ukrainian].
- Petrychenko, V.F., Babych, A.O., & Kolisnyk, S.I. (2005). Shliakhy pidvyshchennia produktyvnosti soi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Ways of increasing the productivity of soya in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Selektsiia ta nasinnystvo*, 90, 50–58 [in Ukrainian].
- Prysiashniuk, O.I., & Hryhorenko, S.V. (2018). Stan ta perspektyvy vyrobnytstva soi v Ukraini [Status and Prospects of Soybean Production in Ukraine]. *Naukovyi suprovid vyrobnytstva soi: problemy ta perspektyvy* (pp. 264–271). Blagoveshchensk: ODEON [in Ukrainian].
- Prysiashniuk, O.I., Hryhorenko, S.V., & Polovynchuk, O.Yu. (2018). Osoblyvosti realizatsii biolohichnoho potentsialu sortiv soi zalezno vid tekhnolohichnykh metodiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of realization

- of biological potential of soybean varieties depending on technological methods of cultivation in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(2), 215–223. doi: 10.21498/2518-1017.14.2.2018.134773 [in Ukrainian].
9. Stryzhak, A.M. (2014). Doslidzhennia reaktsii soi riznykh hrup styhlosti na posukhu v umovakh Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Studying the response of soybean of various maturity groups to drought under the conditions of the Central Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Selektsiia ta henetyka bobovykh kultur: suchasni aspekty ta perspektyvy: tezy Mizhnar. nauk. konf.* (pp. 224–227). Odesa [in Ukrainian].
 10. Tarariko, O.H., & Iliencko, T.V. (2015). Prohnozuvannia vplyvu pohodnykh umov na urozhainist zernovykh kultur [Predicting the impact of weather conditions on the yield of grain crops]. *Zemlerobstvo*, 2, 66–72 [in Ukrainian].
 11. Zabolotnyi, O.H. (2006). *Problemy pidvyshchennia efektyvnosti vyrobnytstva soi i tekhnologii yii pererobky* [Problems of increasing the efficiency of soybean production and processing technology]. Vinnytsia: Knyha-Veha, 168 [in Ukrainian].

Байда М.П. Особливості формування продуктивності сої під впливом мікродобрив та регуляторів росту

Мета визначити найбільш пристосовані до умов регіону сорти сої та підібрати кращі поєднання мікродобрив та регуляторів росту для їх вирощування. **Методи.** Польові дослідження виконували в умовах зони нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. В досліді проводили вивчення ефективності вирощування сортів сої: Аратта, Кордоба та Феєрія, а також вплив факторів технології: мікродобрива (Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації (0,25 л/га) та в фазу бутонізації (0,25 л/га) + в фазу цвітіння (0,25 л/га)); регуляторів росту (Біосил, Радостим). **Результати.** Досліджено, що краща урожайність сорту Аратта була за поєднання Yara Vita Моно Молітрак в фазу бутонізації та мікродобрива Радостим – 2,35 т/га, та на варіантах застосування Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 2,34 т/га та 2,35 т/га. Урожайність сорту сої Кордоба на цих же комбінацій препаратів становила 2,40 т/га, 2,41 т/га та 2,45 т/га. Також найкращий рівень продуктивності був на даних варіантах отриманий і в сорту сої Феєрія (2,49–2,53 т/га). Встановлено, що кращий вміст білку в сорту Аратта отримано за внесення Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 38,5 % та 39,6 %. А в сорту сої Кордоба кращі показники були на варіантах Yara Vita Моно Молітрак + Радостим – 43,5 %, та Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим – 43,3 % та 44,3 %. А для сорту Феєрія визначено, що внесення Yara Vita Моно Молітрак двічі з Біосил або Радостим забезпечувало отримання 41,2 % та 41,7 % вмісту білку в насінні. **Висновок.** Доведено, що за

вмістом жиру в насінні сорту Аратта кращими були варіанти Yara Vita Моно Молітрак за двократного внесення з регуляторами росту Біосил, та Радостим – 21,3 % та 22,0 %. А в сорту Кордоба кращі показники отримано за застосування Yara Vita Моно Молітрак + Радостим – 21,3 %, та Yara Vita Моно Молітрак двічі в поєднанні з Біосил або Радостим – 21,5 % та 22,1 % відповідно. А для сорту Феєрія кращим був варіант двократного внесення Yara Vita Моно Молітрак та використання з Біосил, що забезпечив 22,3 % жиру в насінні.

Ключові слова: соя, урожайність, білок, жир, мікродобриво, регулятор росту.

Baida M.P. Peculiarities of soybean productivity formation under the influence of micronutrients and growth regulators

The aim of the study was to identify soybean varieties most adapted to the regional conditions and to select the most effective combinations of micronutrients and growth regulators for their cultivation. **Methods.** Field research was conducted under the conditions of the unstable moisture zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The study evaluated the effectiveness of cultivating the soybean varieties Aratta, Cordoba, and Feyeria, and examined the influence of technological factors: micronutrients (YaraVita Mono Molytrac at the budding stage (0.25 L/ha) and at both the budding (0.25 L/ha) and flowering stages (0.25 L/ha)); and growth regulators (Biosil and Radostym). **Results.** The highest yield for the Aratta variety was obtained with the combination of YaraVita Mono Molytrac at the budding stage and the Radostym growth regulator – 2.35 t/ha, and with the double application of YaraVita Mono Molytrac combined with Biosil or Radostym – 2.34 t/ha and 2.35 t/ha, respectively. The Cordoba variety showed yields of 2.40 t/ha, 2.41 t/ha, and 2.45 t/ha for the same combinations. The Feyeria variety also achieved its highest yields under these treatments – ranging from 2.49 to 2.53 t/ha. The best protein content in the Aratta variety was observed with the double application of YaraVita Mono Molytrac in combination with Biosil and Radostym – 38.5% and 39.6%, respectively. For the Cordoba variety, the highest protein levels were obtained with YaraVita Mono Molytrac + Radostym – 43.5%, and with the double application of YaraVita Mono Molytrac and either Biosil or Radostym – 43.3% and 44.3%. For the Feyeria variety, the double application of YaraVita Mono Molytrac with Biosil or Radostym resulted in protein content of 41.2% and 41.7%. **Conclusions.** Regarding seed oil content, the Aratta variety showed the best results with the double application of YaraVita Mono Molytrac combined with Biosil or Radostym – 21.3% and 22.0%. For Cordoba, the best results were with YaraVita Mono Molytrac + Radostym – 21.3%, and with the double application of YaraVita Mono Molytrac with Biosil or Radostym – 21.5% and 22.1%, respectively. The highest oil content in the Feyeria variety was recorded with the double application of YaraVita Mono Molytrac combined with Biosil – 22.3%.

Key words: soybean, yield, protein, oil, micronutrient, growth regulator.

ДИНАМІКА ВМІСТУ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ БУРЯКІВ КОРМОВИХ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

БЕЗВІКОННИЙ П.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, докторант
orcid.org/0000-0003-4922-1763

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Забезпечення населення України продуктами харчування, насамперед екологічно чистими молочними та м'ясними продуктами харчування, є ключовим елементом економічної політики країни. Щоб розв'язати цю проблему, потрібно негайно відродити тваринництво, паралельно створивши міцну кормову базу. Це вимагає заготівлі достатньої кількості зелених, грубих, концентрованих і соковитих кормів, зокрема таких, як буряки кормові [11].

Кормові буряки належать до культур інтенсивного типу, оскільки їхній ріст і врожайність значно залежать від інтенсивності агротехнічних заходів. На сьогоднішній день науковці ще не визначили максимальний потенціал урожайності цієї культури, проте вже очевидно, що він є досить високим. Свідченням цього є досягнення окремих виробників, які отримували понад 200 т/га [6].

Тому, для реалізації такого значного біологічного потенціалу необхідно застосовувати передові агротехнології, здатні повністю задовольнити потреби рослин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із ключових питань при застосуванні інтенсивних технологій є визначення оптимальної кількості добрив. Якщо раніше внесення завищених доз добрив вважалося звичайним явищем, то сьогодні, з огляду на нові вимоги виробництва, цей підхід потребує переосмислення. Нераціональне використання добрив може призвести до погіршення якості продукції, завдати шкоди довкіллю та спричинити економічні втрати [1].

Висока врожайність коренеплодів кормових буряків залежить як від поглинання поживних елементів з ґрунту, так і від процесу фотосинтезу, що відбувається в листках. Інтенсивність фотосинтезу безпосередньо впливає на біологічну та господарську продуктивність буряка. Фотосинтез є основним джерелом утворення органічних речовин, визначає ключові процеси життєдіяльності рослин і, зрештою, забезпечує формування високого врожаю [2].

Дослідженнями встановлено, що продуктивність процесів фотосинтезу тісно пов'язана насамперед із хлорофілом листків, який відіграє роль сенсibilізатора, тобто роль речовини, яка поглинає світло. Хлорофіл є найважливішим компонентом фотосинтетичного апарату листків. Його вміст залежить від життєдіяльності рослинного організму, генетичної природи і відображає реакцію рослин на умови вирощування [6].

В. В. Гармашов, Д. С. Стан відмічає, що пігментна система листків є одним із ключових індикаторів фотосинтетичної активності рослин. Основними її складовими є зелені пігменти – хлорофіли а та b. Їх

накопичення в листках у подальшому визначає синтез біомаси та формування врожаю [5].

О. І. Присяжнюк, І. І. Коровко вважають, що значний вплив на біосинтез хлорофілу мають також такі фактори, як освітлення, температура, мінеральне живлення, обробка рослин фізіологічно активними речовинами, вік листків. Здатність рослини за будь-яких змін погодних умов протягом вегетаційного періоду ефективно використовувати сонячну енергію свідчить про високий адаптаційний потенціал, що прослідковується в динаміці зміни вмісту зелених пігментів хлоропластів рослини [9].

Дослідження Л. М. Бурко показали, що внесення добрив та густина рослин впливають на процес синтезу хлорофілу у листках буряків кормових. Із збільшенням доз добрив вміст хлорофілу у листках буряків кормових підвищувався. Найоптимальніші умови для синтезу хлорофілу забезпечуються на варіантах з унесенням 40 т/га гною під попередник + $N_{180}P_{180}K_{210}$ і перед збиранням вміст його становив, залежно від гібриду і густоти – 6,31–6,62 мг/г. [3].

Л. А. Гарбар, В. І. Аврамчук стверджують, що застосування добрив виявило позитивний вплив на вміст хлорофілів а та b у листках рослин соняшнику всіх гібридів, які ми вивчали. Максимальних значень вмісту вказаних пігментів було досягнуто в гібриду РЖТ Волльф (ВВСН 64–68) у варіанті з внесенням $N_{120}P_{80}K_{180}$ [4].

Використання мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{60}K_{40}$, де до складу фосфорних входив мікроелемент цинк, затримувало деградацію пігментного комплексу озимої пшениці та сприяло підвищенню концентрації хлорофілу і каротиноїдів у порівнянні з неудобренним фоном [7].

Таким чином, вивчення комплексного впливу норм та співвідношення мінеральних добрив на формування вмісту хлорофілу в рослинах буряка кормового є актуальним питанням, яке потребує детального вивчення.

Мета статті – дослідити вплив норм та співвідношення мінеральних добрив на формування хлорофілу в листках буряків кормових в умовах західного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2020–2024 років на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий вилугуваний, мало гумусний, середньосуглинковий на лесовидних суглинках. Вміст гумусу (за Тюрнімом) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,8–4,1%. Вміст сполук азоту, що легко гідролізуються (за Корнфільдом), становить 98–117 мг/кг,

рухомого фосфору (за Чіріковим) – 81–94 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 145–175 мг/кг ґрунту. Сума увібраних основ коливається в межах 19,8–22,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 0,79–1,02 мг екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами – 90%.

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

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого-біохімічні дослідження проводили відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [10] та Методики проведення досліджень у буряківництві [8].

Результати досліджень. Експериментально встановлено значну залежність концентрації хлорофілу в листках буряка кормового від режимів мінерального живлення (табл. 1). З-поміж усіх досліджуваних фотосинтетичних пігментів, хлорофіл *a* є визначальним у забезпеченні інтенсивності фотосинтезу, оскільки характеризується вищою швидкістю та ефективністю абсорбції сонячної енергії порівняно з хлорофілами групи *b*, які є тінювими пігментами. Виявлено, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних сортів буряка кормового завжди вищий, порівняно із вмістом хлорофілу *b*, приблизно в 2,5 рази, незалежно від зміни досліджуваних факторів.

У середньому за роки досліджень у фазу змикання листків у міжряддях (10.07) концентрація хлорофілу *a* становила 4,07–7,59 мг/г сирої маси. Так, вищий вміст хлорофілів накопичувався в листках рослин досліджуваних сортів буряка кормового Стармон – 6,02–7,59 та Ольжич – 5,59–6,97 мг/г сирої маси в порівнянні з сортом Сонет (4,07–6,21).

Таблиця 1

Вплив доз мінеральних добрив на вміст хлорофілу у листках буряка кормового, мг/г сирої маси (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Дата визначення								
		10.07			10.08			10.09		
		хлоро- філ а	хлоро- філ b	хлоро- філ загаль- ний	хлоро- філ а	хлоро- філ b	хлоро- філ загаль- ний	хлоро- філ а	хлоро- філ b	хлоро- філ загаль- ний
Сонет (к)*	Без внесення добрив (к)*	4,07	2,07	6,61	4,92	2,54	7,46	3,23	2,37	5,60
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	5,93	2,22	8,82	7,15	2,89	10,04	4,94	2,81	7,75
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	5,39	2,11	7,97	6,14	2,58	8,72	4,51	2,49	7,00
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	6,05	2,39	9,07	7,42	3,02	10,44	5,12	2,88	8,00
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	5,06	2,09	7,61	5,87	2,55	8,42	4,37	2,41	6,78
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,21	2,54	9,36	7,76	3,15	10,91	5,48	2,96	8,44
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	5,64	2,14	8,25	6,63	2,61	9,24	4,65	2,52	7,17
Ольжич	$N_{75}P_{150}K_{225}$	5,85	2,18	8,51	6,97	2,66	9,63	4,73	2,52	7,25
	Без внесення добрив (к)*	5,59	2,14	8,33	6,35	2,74	9,09	4,38	2,41	6,79
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	6,35	2,77	9,60	7,54	3,25	10,79	6,03	2,95	8,98
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	5,95	2,45	8,88	6,77	2,93	9,70	5,09	2,68	7,77
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	6,66	2,86	9,97	7,91	3,31	11,22	6,27	3,05	9,32
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	5,89	2,37	8,75	6,49	2,86	9,35	4,88	2,59	7,47
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	6,97	2,97	10,40	8,17	3,43	11,60	6,53	3,14	9,67
Стармон	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,08	2,54	9,14	7,05	3,06	10,11	5,45	2,74	8,19
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,16	2,65	9,28	7,36	3,12	10,48	5,68	2,83	8,51
	Без внесення добрив (к)*	6,02	2,25	9,11	7,01	3,09	10,10	5,47	2,83	8,30
	$N_{150}P_{150}K_{150}$	7,06	2,93	10,45	8,14	3,39	11,53	6,84	3,26	10,10
	$N_{225}P_{150}K_{75}$	6,48	2,57	9,76	7,52	3,28	10,80	6,01	3,02	9,03
	$N_{225}P_{75}K_{150}$	7,25	3,01	10,81	8,22	3,56	11,78	7,02	3,33	10,35
	$N_{150}P_{225}K_{75}$	6,37	2,46	9,62	7,39	3,25	10,64	5,85	2,93	8,78
	$N_{150}P_{75}K_{225}$	7,59	3,07	11,22	8,47	3,63	12,10	7,14	3,41	10,55
	$N_{75}P_{225}K_{150}$	6,65	2,73	9,98	7,68	3,33	11,01	6,23	3,11	9,34
	$N_{75}P_{150}K_{225}$	6,84	2,84	10,28	7,85	3,44	11,29	6,47	3,18	9,65

Якщо характеризувати вплив мінеральних добрив на вміст хлорофілів *a*, то в усіх варіантах спостерігали підвищення їх концентрації. Максимальне зростання цієї ознаки було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів і становила 6,21; 6,97; 7,59 мг/г сирової маси, відповідно.

За нашими спостереженнями вміст хлорофілу *b* коливався в межах 2,07–3,07 мг/г сирової маси. Найвище його значення відмічали на варіантах, де застосовували мінеральні добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$. У розрізі сортів найбільша концентрація хлорофілів групи *b* у рослин буряків кормових була у сорту Стармон і становила 3,07 та 3,01 мг/г сирової маси, відповідно.

Аналіз отриманих даних дає підстави вважати, що на період першої декади липня листові пластинки активно збільшувалися в розмірах, і хлорофіли значною мірою перерозподілялися в межах листової пластинки. У подальшому рослина компенсувала це шляхом синтезу нових хлорофілів.

Результати дослідження свідчать, що найвищий вміст хлорофілів спостерігався в період активного росту та розвитку рослин буряків кормових (10.08). Так вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин становив у сорту Сонет 7,46–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 9,09–11,60 та сорту Стармон – 10,10–12,10 мг/г сирової маси. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст в порівнянні з контролем становив 39,9–46,2%, сорту Ольжич 23,4–27,6% та сорту Стармон 16,6–19,8%. Використання мінеральних добрив істотно стимулювало синтез хлорофілу в листових пластинках і сприяло підвищенню його вмісту впродовж періоду вегетації.

Аналіз результатів стверджує про пряму залежність між розвитком листової поверхні та інтенсивністю фотосинтезу. Вміст хлорофілу зростає пропорційно зростанню площі листків, досягаючи пікових значень у середині літа – коли рослини буряка мають максимальну площу асиміляційної поверхні та отримують найбільше сонячної енергії.

В подальшому, на наступних етапах онтогенезу на період (10.09), зі старінням листового апарату, відмиранням найпродуктивніших листків, скороченням площі листової поверхні та зменшенням маси листків, відзначається поступове зменшення концентрації зелених пігментів. Швидкість цього процесу визначається біологічними характеристиками рослин і суттєво залежить від факторів освітлення, живлення та інших умов навколишнього середовища.

Кращі умови для збільшення суми хлорофілів створювалися при внесенні повного мінерального добрива в ґрунт. Найвищий вміст хлорофілів відмічається у сорту Стармон на фоні добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ – 10,55 мг/г сирової маси. Дещо менше значення цього показника відмічено на фоні $N_{225}P_{75}K_{150}$ та $N_{150}P_{150}K_{150}$ – 10,35 та 10,10 мг/г сирової маси, відповідно.

З огляду на такі закономірності встановлена чітка залежність щодо збільшення вмісту пігментів хлорофілу *a* та *b* в листках буряка кормового, вирощених на удобренних варіантах за всіма фазами вегетації.

Висновки. В умовах західного Лісостепу України концентрація зелених пігментів у листках кормових буряків значно варіює залежно від фаз онтогенезу та внесення повного мінерального добрива. Встановлено, що застосування мінеральних добрив виступає ефективним агротехнічним заходом оптимізації біосинтезу хлорофілів у рослинах буряка кормового, що опосередковано призводить до зростання урожайності культури. Максимальна інтенсивність біосинтезу пігментів у рослинах буряка кормового була зафіксована у першій декаді серпня (інтенсивний ріст) при застосуванні мінеральних добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ для всіх досліджуваних сортів. При цьому вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин буряка кормового становив у сорту Сонет 10,44–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 11,22–11,60 та сорту Стармон – 11,78–12,10 мг/г сирової маси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Безвіконний П. В., Бахмат М. І. Вплив мікродобрив та фунгіцидів на наростання маси коренеплодів та гички буряка кормового. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. Ч.1. С. 3–11.
- Безвіконний П. В. Фотосинтетична діяльність рослин буряка кормового залежно від впливу мінеральних добрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. 46 (1). С. 19–25.
- Бурко Л. М. Вплив елементів технології вирощування на процес синтезу хлорофілу у листках буряків кормових. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2020. Vol. 11. № 4. С. 26–33.
- Гарбар Л. А., Аврамчук В. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках соняшнику за впливу елементів технології вирощування. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 7–11.
- Гармашов В. В., Стан Д. С. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин кормового буряка залежно від умов вирощування. *Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські науки*. 2014. Вип. 71. С. 19–25.
- Куничак Г. С., Кобилянська Г. М. Цінність і технологія вирощування кормових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу*. Київ, 2008. № 9. С. 6–65. URL: <https://propozitsiya.com/ua/cinnist-i-tehnologiya-viroshchuvannya-kormovih-buryakiv> (дата звернення: 22.04.2025).
- Кривенко А. І., Бурикін С. І. Пігментна система фотосинтетичного апарату пшениці озимої за дії мікроелементу цинк. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 102. С. 57–67.
- Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
- Присяжнюк О. І., Коровко І. І. Динаміка вмісту хлорофілів у листках цукрових буряків. *Новітні агротехнології*. 2015. № 1. С. 11–12.
- Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.
- Bezvikonnyi P., Myalkovsky R., Muliarchuk O., Tarasiuk V. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(6). 28–37.

REFERENCES:

1. Bezvikonnyi, P. V., & Bakhmat, M. I. (2025). Vplyv mikrodobryv ta funghitsydiv na narostannia masy kore-neplovdiv ta hychky buriaka kormovoho [The influence of microfertilizers and fungicides on the growth of the mass of root crops and tops of fodder beet]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 141(1), 3–11 [In Ukrainian].
2. Bezvikonnyi, P. V. (2025). Fotosyntetychna diialnist roslyn buriaka kormovoho zalezno vid vplyvu mineralnykh dobrov [Photosynthetic activity of fodder beet plants depending on the influence of mineral fertilizers]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*, 46 (1), 19–25. [In Ukrainian].
3. Burko, L. M. (2020). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na protses syntezu khlorofilu u lystkakh buriakiv kormovykh [The influence of elements of cultivation technology on the process of chlorophyll synthesis in fodder beet leaves]. *Roslynnystvo ta gruntoznavstvo – Crop Production and Soil Science*, Vol. 11. (4). 26–33. [In Ukrainian].
4. Harbar, L. A., & Avramchuk, V. I. (2022). Dynamika vmistu khlorofilu u lystkakh soniashnyku za vplyvu elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Dynamics of chlorophyll content in sunflower leaves under the influence of elements of cultivation technology]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations*, 14, 7–11. [In Ukrainian].
5. Harmashov, V. V., & Stan, D. S. (2014). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslyn kormovoho buriaka zalezno vid umov vyroshchuvannia [Peculiarities of photosynthetic activity of fodder beet plants depending on growing conditions]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria. Silskohospodarski nauky – Agrarian Bulletin of the Black Sea Region. Agricultural Sciences*, 71, 19–25. [In Ukrainian].
6. Kunyachak, H. S., & Kobylanska, H. M. (2008). Tsinnist i tekhnolohiia vyroshchuvannia kormovykh buriakiv [Value and technology of growing fodder beets]. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu – Offer – The main magazine on agribusiness*, 9, 6–65. Retrieved from: <https://propozytsiya.com/ua/cinnist-i-tehnologiya-vyroshchuvannya-kormovykh-buryakiv> [In Ukrainian].
7. Kryvenko, A. I., & Burykina, S. I. (2018). Pihmentna systema fotosyntetychnoho aparatu pshenytsi ozymoi za dii mikroelementu tsynk [Pigment system of the photosynthetic apparatus of winter wheat under the action of the trace element zinc]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 102, 57–67. [In Ukrainian].
8. Roik, M. V., & Hizbullin, N. H. (2014). *Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi [Methods of conducting research in sugar beet growing]*. Kyiv : FOP Korzun D. Yu., 373 [In Ukrainian].
9. Prysiazhniuk, O. I., & Korovko, I. I. (2015). Dynamika vmistu khlorofilu u lystkakh tsukrovyykh buriakiv [Dynamics of chlorophyll content in sugar beet leaves]. *Novitni ahrotekhnolohii – New agricultural technologies*, 1, 11–12. [In Ukrainian].
10. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Research work in agronomy: a teaching manual: in 2 books. Book 1. Theoretical aspects of research work]*. Kharkiv: Maidan, 316 [In Ukrainian].
11. Bezvikonnyi P., Myalkovsky R., Muliarchuk O., & Tarasiuk V. (2020). Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(6), 28–37. [in Ukrainian].

Безвіконний П.В. Динаміка вмісту хлорофілів у листках буряків кормових в умовах Західного Лісостепу

Мета – дослідити вплив норм та співвідношення мінеральних добрив на формування хлорофілу в листках буряків кормових в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводились впродовж 2020–2024 років на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» на чорноземі типовому малогумусному, середньосуглинковому. Повторність у досліді чотирикратна. Розміщення варіантів – систематичне. Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнятна, крім досліджуваних факторів. **Результати.** За результатами досліджень встановлено, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних сортів буряка кормового завжди вищий, порівняно із вмістом хлорофілу *b*, приблизно в 2,5 рази, незалежно від зміни досліджуваних факторів. У фазу змикання листків у міжряддях (10.07) вищий вміст хлорофілів накопичувався в сортів буряка кормового Стармон – 6,02–7,59 та Ольжич – 5,59–6,97 мг/г сирової маси в порівнянні з сортом Сонет (4,07–6,21). Максимальне зростання вмісту хлорофілів *a* залежно від мінеральних добрив було зафіксоване за умови використання добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ в усіх досліджуваних сортів і становила 6,21; 6,97; 7,59 мг/г сирової маси, відповідно. Найвище значення вмісту хлорофілу *b* відмічали на варіантах, де застосовували мінеральні добрива з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$. У розрізі сортів найбільша концентрація хлорофілів групи *b* у рослин буряків кормових була у сорту Стармон і становила 3,07 та 3,01 мг/г сирової маси, відповідно.

Встановлено, що найвищий вміст хлорофілів спостерігався в період активного росту та розвитку рослин буряків кормових (10.08). Так вміст загального хлорофілу (*a+b*) в листках рослин становив у сорту Сонет 7,46–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 9,09–11,60 та сорту Стармон – 10,10–12,10 мг/г сирової маси. Найбільший приріст був на варіантах із нормою внесення $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ в усіх сортів. Так, у сорту Сонет приріст в порівнянні з контролем становив 39,9–46,2%, сорту Ольжич 23,4–27,6% та сорту Стармон 16,6–19,8%. В подальшому, на наступних етапах онтогенезу на період (10.09), зі старінням листового апарату, відмиранням найпродуктивніших листків, скороченням площі листової поверхні та зменшенням маси листків, відзначається поступове зменшення концентрації зелених пігментів. Кращі умови для збільшення суми хлорофілів створювалися при внесенні повного мінерального добрива в ґрунт. **Висновки.** Концентрація зелених пігментів у листках кормових буряків значно варіює залежно від фаз онтогенезу та внесення повного мінерального добрива. Встановлено, що застосування мінеральних добрив виступає ефективним агротехнічним заходом оптимізації біосинтезу хлорофілів у рослинах буряка кормового, що опосередковано призводить до зростання урожайності культури. Максимальна інтенсивність біосинтезу пігментів у рослинах буряка кормового була зафіксована у першій декаді серпня

(інтенсивний ріст) при застосуванні мінеральних добрив з нормою $N_{150}P_{75}K_{225}$ та $N_{225}P_{75}K_{150}$ для всіх досліджуваних сортів. При цьому вміст загального хлорофілу ($a+b$) в листках рослин буряка кормового становив у сорту Сонет 10,44–10,91 мг/г сирової маси, сорту Ольжич – 11,22–11,60 та сорту Стармон – 11,78–12,10 мг/г сирової маси.

Ключові слова: буряк кормовий, сорт, удобрення, вміст хлорофілів, вегетація.

Bezvikonny P.V. Dynamics of chlorophyll content in fodder beet leaves in the conditions of the Western Forest-Steppe

Goal – to investigate the influence of norms and ratios of mineral fertilizers on the formation of chlorophyll in fodder beet leaves in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was conducted during 2020–2024 on the experimental field of the Educational and Production Center «Podillia» of the Higher Education Institution «Podillia State University» on typical low-humus, medium-loamy black soil. The repetition in the experiment is fourfold. The placement of variants is systematic. The technology of growing fodder beet in the experiment is generally accepted, except for the factors under study. **Results.** According to the results of the research, it was found that the content of chlorophyll *a* in all studied varieties of fodder beet is always higher, compared to the content of chlorophyll *b*, by approximately 2.5 times, regardless of the change in the factors under study. In the phase of leaf closure in the rows (10.07), the highest chlorophyll content was accumulated in the fodder beet varieties Starmon – 6.02–7.59 and Olzhych – 5.59–6.97 mg/g of fresh weight compared to the Sonet variety (4.07–6.21). The maximum increase in the content of chlorophyll *a* depending on mineral fertilizers was recorded under the condition of using fertilizers with the norm $N_{150}P_{75}K_{225}$ in all studied varieties and amounted to 6.21; 6.97; 7.59 mg/g of fresh weight, respectively. The highest value of the content of chlorophyll *b* was noted in the variants where mineral fertilizers with the norm

$N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ were used. In terms of varieties, the highest concentration of chlorophylls of group *b* in fodder beet plants was in the Starmon variety and amounted to 3.07 and 3.01 mg/g of fresh weight, respectively.

It was found that the highest chlorophyll content was observed during the period of active growth and development of fodder beet plants (10.08). Thus, the content of total chlorophyll ($a+b$) in the leaves of plants was 7.46–10.91 mg/g of fresh weight in the Sonet variety, 9.09–11.60 in the Olzhych variety and 10.10–12.10 mg/g of fresh weight in the Starmon variety. The greatest increase was in the variants with the application rate of $N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ in all varieties. Thus, in the Sonet variety, the increase compared to the control was 39.9–46.2%, in the Olzhych variety 23.4–27.6% and in the Starmon variety 16.6–19.8%. Subsequently, at the following stages of ontogenesis for the period (10.09), with the aging of the leaf apparatus, the dying off of the most productive leaves, the reduction of the leaf surface area and the decrease in the mass of the leaves, a gradual decrease in the concentration of green pigments is noted. The best conditions for increasing the amount of chlorophylls were created by applying complete mineral fertilizer to the soil. **Conclusions.** The concentration of green pigments in fodder beet leaves varies significantly depending on the phases of ontogenesis and the application of complete mineral fertilizer. It was established that the use of mineral fertilizers is an effective agrotechnical measure for optimizing chlorophyll biosynthesis in fodder beet plants, which indirectly leads to an increase in crop yield. The maximum intensity of pigment biosynthesis in fodder beet plants was recorded in the first decade of August (intensive growth) when applying mineral fertilizers with the rate of $N_{150}P_{75}K_{225}$ and $N_{225}P_{75}K_{150}$ for all studied varieties. At the same time, the content of total chlorophyll ($a+b$) in the leaves of fodder beet plants was 10.44–10.91 mg/g of fresh weight in the Sonet variety, 11.22–11.60 in the Olzhych variety, and 11.78–12.10 mg/g of fresh weight in the Starmon variety.

Key words: fodder beet, variety, fertilizer, chlorophyll content, vegetation.

ВПЛИВ АМІНОКИСЛОТНИХ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНИХ РІЗНОВИДІВ

ВІНЮКОВ О.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-2957-5487

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

БОНДАРЕВА О.Б. – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-8128-8485

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

ЛІХУШИНА Г.А. – PhD з агрономії, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-0250-2456

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

ЛАПКО О.Б. – молодший науковий співробітник
orcid.org/0009-0006-4687-6114

Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Сільське господарство східної частини Північного Степу України на фоні погіршення екологічної ситуації, має високу чутливість до гідротермічних коливань, які притаманні сучасним кліматичним умовам. На сьогодні головним є не питання про зміну клімату, яке визнане в усьому світі, а питання адаптації зерновиробництва до цих змін. Особливої важливості набуває потреба в удосконаленні агро-технічних заходів вирощування пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, яка вимагає оптимізації основних агро-заходів з метою підвищення зернової продуктивності культури [1–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед факторів, які визначають рівень зернової продуктивності пшениці озимої важливе місце займає оптимальне забезпечення рослин елементами живлення впродовж вегетації за рахунок використання мінеральних добрив, мікродобрив та регуляторів росту. Ці питання потребують постійного комплексного вивчення впливу кожного фактору окремо на урожайність зерна та підвищення стабільності цих показників в умовах східної частини Північного Степу України [6–8].

Технологія вирощування пшениці озимої ґрунтується на оптимізації величезної кількості різних умов, які мають вплив на формування високої зернової продуктивності необхідної якості. Саме тому дослідження науковців Донецької сільськогосподарської дослідної станції НААН спрямовані на розробку як технологій, так і окремих елементів, які здатні сполучатися з іншими технологічними заходами. Такі технологічні елементи дозволяють зменшити використання мінеральних добрив з одночасним підвищенням якісних і кількісних показників продукції рослинництва [9, 10].

Фізіологічно активні речовини, які входять до складу рістрегулюючих препаратів, сприяють активізації адаптивних властивостей рослин в найбільш критичні фази розвитку. Додаткове їх живлення, за рахунок вмісту

мікроелементів та посилення роботи кореневої системи, дозволяє рослинам формувати елементи структури врожаю з підвищеними показниками [11, 12].

Використання регуляторів росту сприяє підвищенню економічної складової виробництва та є першим кроком у напрямку до біологізації сільськогосподарського виробництва за рахунок зменшення пестицидного навантаження та скорочення доз використання мінеральних добрив [13–16].

Рослини пшениці озимої різних різновидів мають генетичні відмінності у фізіологічних процесах, тому нами було прийнято рішення вивчити реакцію сортів різновидів *Erythrospermum* та *Lutescens* на використання амінокислотних регуляторів росту для обробки насіння перед сівбою.

Мета – встановити вплив амінокислотних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої різних різновидів.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися у 2022–2024 рр. на дослідному полі Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції Національної академії аграрних наук України. Територія землекористування характеризується континентальним кліматом з жарким сухим літом, малосніжною з відлигами зимою [17]. За багаторічними даними середньорічна температура повітря складає 7,6–8,0 °С.

Веgetаційний період триває 208 діб, а тривалість періоду з температурою вище +10 °С складає 160–170 діб. Сума позитивних температур за вегетацію – 3010 °С. Безморозний період триває в середньому 150–160 діб, останні весняні заморозки спостерігаються 18–24 квітня, а перші осінні – 11–12 жовтня.

Середньорічна кількість опадів складає 542 мм, максимум опадів припадає на червень (середнебагаторічне 56 мм), які випадають у вигляді злив, мінімум – на березень (середнебагаторічне 35 мм). Гідротермічний коефіцієнт 0,9. Запаси вологи в ґрунті формуються під впливом осінньо-весняних опадів.

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

Ґрунтовий покрив місця проведення дослідів представлений чорноземом звичайним малоґумусним, важко суглинковим. Вміст гумусу в орному шарі становить 4,5 %. Валовий вміст основних поживних речовин: N – 0,28–0,31 %, P₂O₅ – 0,16–0,18 %, K₂O – 1,8–2,0 %. Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту чорнозему слабо лужна, близька до нейтральної (рН водної суспензії 6,9).

Посівна площа ділянки – 84 м², облікова – 76,9 м². Багатофакторні польові досліди закладені за методом послідовних ділянок, систематичним способом. Повторність – триразова.

Попередник – чорний пар. Мінеральні добрива вносились під час сівби згідно схеми дослідів.

Сівбу здійснювали сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25. Спосіб сівби – суцільний рядковий, із шириною міжрядь 15 см. Глибина загортання насіння в ґрунт 4–5 см. З метою покращання умов для його проростання проводили ущільнення ґрунту кільчасто-шпоровими котками ЗККШ – 6А.

Для сівби використовували сорти пшениці озимої м'якої Вежа (*Lutescens*) та Юзовська (*Erythrospermum*) селекції Донецької ДДСДС НААН (ПУ № 210883 від 26.10.21 р. та ПУ № 180462 від 13.02.2018 р.).

Технологія вирощування – загальноприйнята для зернових культур у східній частині Північного Степу, крім поставлених на вивчення питань, та відповідає зональним і регіональним рекомендаціям.

Основний метод досліджень – польовий, який доповнювався аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у рослинництві [18]. Статистична оцінка виконана із застосуванням ППП «ОСГЕ».

Результати досліджень. Умови весняної вегетації рослин пшениці озимої за роки проведення досліджень різнились між собою. 2022 та 2024 роки були не дуже сприятливими для фізіологічних процесів рослин,

а 2023 рік характеризувався достатнім вологозабезпеченням у весняний період, що, в свою чергу, позначилось на формуванні рослинами пшениці озимої біометричних показників (табл. 1).

При використанні рістрегулюючих препаратів для обробки насіння на обох сортах істотно збільшувався габітус рослин порівняно з контролем.

Комплекси фізіологічно-активних речовин, які входять до складу препаратів що вивчалися, сприяли інтенсифікації процесів утворення пагонів, тобто кущіння рослин. Порівняно з контролем, коефіцієнт загального кущіння рослин сорту Юзовська збільшувався від 5,7 до 6,2. Проте, погодні умови, в свою чергу, також мали вплив на фізіологічні процеси рослин, знизивши відсоток формування продуктивних пагонів. Найвищий показник коефіцієнту продуктивного кущіння мали рослини, де застосовувався препарат Нова-Марин, перевищивши контроль на 0,4.

Рослини сорту пшениці озимої Вежа більш істотно реагували на використання препаратів, що вивчалися. Це проявилось у формуванні кількості як загальних та і продуктивних стебел. Найвищий коефіцієнт загального кущіння був при використанні препарату Нова-ПЕГ – 7,0, який перевищив контроль на 3,6. Використання даного препарату сприяло також максимальному збереженню кількості продуктивних пагонів, забезпечивши формування коефіцієнту продуктивного кущіння на рівні 3,0, який перевищив контрольний варіант на 1,2.

При порівнянні впливу препаратів на сорти можна зробити висновок, що сорт пшениці озимої Юзовська мав більш рівномірне підвищення біометричних показників, що пов'язано з генетичною спроможністю сорту до інтенсивного кущіння та формування продуктивного стебел.

Щодо сорту Вежа, то цей сорт має більш вимоги для умов вирощування. Тому саме при використанні представлених препаратів було відмічено більш істотний їх вплив на фізіологічні процеси формування біометричних показників.

Ріст та розвиток вегетативних та генеративних органів рослин пшениці озимої протягом всіх етапів органогенезу демонструє ефективність дії біопрепаратів для формування показників структури врожаю (табл. 2).

Таблиця 1

Біометричні показники рослин пшениці озимої, 2022–2024 рр.

	Варіант дослідів	Висота, см	Кількість стебел, шт./м ²		Коефіцієнт кущіння	
			Загал.	Прод.	Загал.	Прод.
Юзовська (<i>Erythrospermum</i>)	Контроль	75,4	1077	446	5,4	2,2
	Нова-Марин	78,2	1143	514	5,7	2,6
	Нова-ПЕГ	78,3	1225	475	6,1	2,4
	Нова-Сід	77,1	1233	467	6,2	2,3
	Нова-Марин + Нова-ПЕГ	77,8	1025	450	5,8	2,5
Вежа (<i>Lutescens</i>)	Контроль	90,3	689	356	3,4	1,8
	Нова-Марин	92,3	975	500	4,9	2,5
	Нова-ПЕГ	92,6	1400	600	7,0	3,0
	Нова-Сід	92,0	925	450	4,6	2,3
	Нова-Марин + ПЕГ	91,9	875	400	4,4	2,0

Таблиця 2

Показники структури урожаю пшениці озимої, 2022–2024 рр.

	Варіант досліджу	Довжина колосу, см	Маса зерен у колосі, г	Кількість зерен у колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г
Юзовська (<i>Erythrospermum</i>)	Контроль	6,2	0,69	15	36,0
	Нова-Марин	6,8	0,89	22	40,5
	Нова-ПЕГ	6,1	0,97	15	34,7
	Нова-Сід	7,4	0,96	23	41,7
	Нова-Марин + Нова-ПЕГ	7,8	1,01	23	43,9
Вежа (<i>Lutescens</i>)	Контроль	6,7	1,12	24	36,7
	Нова-Марин	7,9	1,16	29	40,0
	Нова-ПЕГ	7,6	1,15	32	35,9
	Нова-Сід	6,8	1,14	17	37,1
	Нова-Марин + ПЕГ	7,5	1,17	24	42,1

Таблиця 3

Урожайність зерна пшениці озимої, 2022–2024 р.

Сорт	Варіант досліджу	Урожайність, т/га				Прибавка	
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	серед.	т/га	%
Юзовська (<i>Erythrospermum</i>)	Контроль	2,8	4,6	2,5	3,3	-	-
	Нова-Марин	4,6	5,5	3,4	4,5	1,2	36,4
	Нова-ПЕГ	4,8	5,3	3,4	4,5	1,2	36,4
	Нова-Сід	4,9	5,0	3,3	4,4	1,1	33,3
	Нова-Марин + ПЕГ	4,3	5,8	3,4	4,5	1,2	36,4
Вежа (<i>Lutescens</i>)	Контроль	4,2	5,0	3,1	4,1	-	-
	Нова-Марин	5,8	6,3	4,1	5,4	1,3	31,7
	Нова-ПЕГ	6,9	7,0	4,7	6,2	2,1	51,2
	Нова-Сід	4,3	6,7	3,7	4,9	0,8	19,5
	Нова-Марин + ПЕГ	4,3	6,9	3,8	5,0	0,9	22,0

Інокуляція насіння препаратами, що вивчалися, сприяла покращенню фізіологічних процесів рослин сортів пшениці озимої, які дозволили отримати збільшення за всіма показниками структури врожаю порівняно з контрольним варіантом. Найбільший ефект забезпечувало поєднання препаратів Нова-Марин та Нова-ПЕГ при вирощуванні пшениці озимої сорту Юзовська. Так довжина колосу збільшилась порівняно з контролем на 1,6 см, маса зерен у колосі на 0,32 г, кількість зерен у колосі – на 8 шт., маса 1000 зерен – 7,9 г.

Рослини сорту пшениці озимої Вежа, при використанні регуляторів росту, збільшували довжину колосу порівняно з контролем від 0,1 см до 1,2 см. Кількість зерен у колосі найвищою була при використанні препарату Нова-Марин – 29 шт. Нова-Сід сприяв зниженню цього показника порівняно з контролем на 7 шт.

Інокуляція насіння рістрегулюючими препаратами перед сівбою сприяло інтенсифікації ростових процесів протягом вегетації рослин обох сортів, що, в свою чергу, позначилось на формуванні рослинами продуктивності, яка істотно перевищувала контрольний варіант (табл. 3).

Рослини пшениці озимої сорту Юзовська, не залежно від препарату, сформували врожайність на рівні 4,4–4,5 т/га, що на 36,4 % перевищувало контрольний варіант.

Вплив регуляторів росту на рослини сорту Вежа був більш розрізнений. Врожайність варіювала від 4,9 т/га (при використанні препарату Нова-Сід) до 6,2 т/га (при використанні препарату Нова-ПЕГ).

Впровадження у технологічний процес вирощування пшениці озимої лінійки біопрепаратів дозволяє стабілізувати фізіологічні процеси рослин пшениці озимої в гостропосушливих умовах східної частини Північного Степу України, що в свою чергу істотно впливає на зернову продуктивність рослин.

Висновки. Дослідженнями доведена ефективність передпосівної обробки насіння пшениці озимої амінокислотними регуляторами росту при формуванні рослинами біометричних показників. Найвищий показник коефіцієнту продуктивного кушіння рослини сорту пшениці озимої Юзовська формували за використання препарату Нова-Марин, що перевищило контроль на 0,4. Найвищий коефіцієнт загального кушіння сорту Вежа був при використанні препарату Нова-ПЕГ – 7,0, який перевищив контроль на 3,6.

Найбільший ефект на показники структури врожаю рослин сорту Юзовська забезпечувало поєднання препаратів Нова-Марин та Нова-ПЕГ. Так, довжина колосу збільшилась порівняно з контролем на 1,6 см, маса зерен у колосі на 0,32 г, кількість зерен у колосі – на 8 шт., маса 1000 зерен – 7,9 г.

Рослини сорту пшениці озимої Вежа при використанні регуляторів росту, збільшували довжину колосу порівняно з контролем від 0,1 см до 1,2 см. Кількість зерен у колосі найвищою була при використанні препарату Нова-Марин – 29 шт.

Впровадження у технологічний процес вирощування пшениці озимої лінійки біопрепаратів дозволяє стабілізувати фізіологічні процеси рослин пшениці озимої в гостропосушливих умовах східної частини Північного Степу України, що в свою чергу істотно впливає на зернову продуктивність рослин, так рослини пшениці озимої сорту Юзовська не залежно від препарату сформували врожайність на рівні 4,4–4,5 т/га, що на 36,4 % перевищувало контрольний варіант.

Врожайність сорту Вежа за застосування амінокислотних регуляторів росту варіювала від 4,9 т/га (при використанні препарату Нова-Сід) до 6,2 т/га (при використанні препарату Нова-ПЕГ).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Черенков А. В., Солодушко М. М., Ярошенко С. С., Гасанова І. І., Педаш О. О., Дудка М. І. Особливості вирощування пшениці озимої в Степу України: монографія. Київ: Аграрна наука, 2021. 184 с. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-521-4>
2. Черенков А. В., Гасанова І. І., Солодушко М. М. Пшениця озима – розвиток та селекція культури в історичному аспекті. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони*. 2014. № 6. С. 3–6.
3. Солодушко М. М. Урожайність та адаптивний потенціал сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах Північного Степу. *Сортівивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 3. С. 61–66.
4. Chakraborty S. P., Newton A. C. Climate change, plant diseases and food security: an overview *Plant Pathol.* 2011. Vol. 60. P. 2–14.
5. Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В., Смірнова І. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія. Миколаїв, 2021. 300 с.
6. Мащенко Ю. В., Кулик Г. А., Трикіна Н. М., Малаховська В. О. Урожайність пшениці озимої у сівозмінах степу залежно від систем удобрення та біопрепарату. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 77–83. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11>.
7. Чугрій Г. А. Формування врожайності пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах північного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 152–157. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.21>
8. Чугрій Г. А., Вискуб Р. С., Поплевко В. І., Шульц П., Скнипа Н. Л. Наукові принципи підбору сортів пшениці м'якої озимої за адаптивними ознаками. *Аграрні інновації*. 2022. № 11. С. 60–67. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.8>
9. Чугрій Г. А. Оцінка ефективності вирощування пшениці озимої за трьома технологіями: інтенсивна, орґано-адаптивна та орґанічна. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 166–173. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.24>
10. Вінюков О. О., Бондарева О. Б., Коробова О. М., Чугрій Г. А. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої на різних фонах живлення в умовах Донецької обл. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 41–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06>
11. Ярчук І. І., Мельник Т. В., Черних С. А. Технологічні якості та урожайність зерна пшениці твердої озимої залежно від застосування біологічно активних препаратів. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 107–113.
12. Марковська О. Є., Гречишкіна Т. А., Лавренко Н. М. Вплив елементів технології вирощування на урожайність та якість зерна сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Colloquium-Journal. Agricultural Sciences*. 2020. 19 (71). DOI:10.24411/2520-6990-2020-12053.
13. Черенков А. В., Козельський О. М. Вплив агротехнологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність пшениці озимої. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 1(47). С. 215–222.
14. Найдьонова О. Є. Застосування гумінового препарату «Humin plus» в орґанічному землеробстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва*. 2015. № 2. С. 39–50.
15. Wang J. Y., Lin P.-Y., Al-Babili S. On the biosynthesis and evolution of apocarotenoid plant growth regulators, *Seminars in Cell & Developmental Biology*. 2021. Vol. 109, 3–11. doi: 10.1016/j.semcdb.2020.07.007.
16. Саблук Р. П., Коваленко О. В. Сучасні тенденції світового виробництва зерна. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 8. С. 74–78.
17. Науково-обґрунтована система ведення агропромислового виробництва Донеччини. Донецьк: Регіон, 2007. 511 с.
18. Методичні вказівки щодо проведення польових дослідів з вивчення технологій вирощування зернових культур. Київ: ІЗ УААН, 2003. 22 с.

REFERENCES:

1. Cherenkov A. V., Solodushko M. M., Yaroshenko S. S., Hasanova I. I., Pedash O. O., & Dudka M. I. (2021). Osoblyvosti vyroshchuvannya pshenytsi ozymoyi v Stepu Ukrayiny: monohrafiya [Peculiarities of growing winter wheat in the Steppe of Ukraine: monograph]. Kyiv: Agrarna nauka. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-521-4> [in Ukrainian].
2. Cherenkov, A. V., Hasanova, I. I., & Solodushko, M. M. (2014). Pshenytsya ozyma – rozvytok ta selektsiya kultury v istorychnomu aspekti [Winter wheat – development and selection of culture in historical aspects]. *Byuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony* [Bulletin of the Institute of Agricultural Economics of the Steppe Zone], 6, 3–6 [in Ukrainian].
3. Solodushko, M. M. (2014). Urozhaynist ta adaptivnyy potentsial suchasnykh sortiv pshenytsi m'yakoyi ozymoyi v umovakh Pivnichnoho Stepu [Yield and adaptive potential of modern varieties of soft winter wheat in the conditions of the Northern Steppe]. *Sortovyvchennya ta okhorona prav na sorty roslyn* [Plant Varieties Studying and Protection], 3, 61–66 [in Ukrainian].
4. Chakraborty S. P., & Newton A. C. (2011). Climate change, plant diseases and food security: an overview *Plant Pathol.* Vol. 60. P. 2–14.
5. Gamayunova V. V., Korkhova M. M., Panfilova A. V., Smirnova I. V., Kovalenko O. A., & Khonenko L. G. (2021). Pshenytsya ozyma: resursnyy potentsial ta tekhnolohiya

- vyroshchuvannya: monohrafiya [Winter wheat: resource potential and cultivation technology: monograph]. Mykolaiv. [in Ukrainian].
6. Mashchenko Yu. V., Kulyk G. A., Trykina N. M., & Malakhovska V. O. (2023). Urozhaynist pshenytsi ozymoyi u sivozminakh stepu zalezno vid system udobrennya ta biopreparatu [Yield of winter wheat in Steppe crop rotations depending on fertilizer systems and biological product]. *Ahrarni innovatsiyi [Agrarian innovations]*, 18, 77–83. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.11>. [in Ukrainian].
 7. Chugriy, A. A. (2020). Formuvannya vrozhaynosti pshe-nytsi ozymoyi zalezno vid elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrayiny [The formation of winter wheat productivity depending on the elements of growing technology in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk [Taurida Scientific Herald]*, 111, 152–157. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.21> [in Ukrainian].
 8. Chuhrii, H. A., Vyskub, R. S., Poplevko, V. I., Szulc, P., & Sknypa, N. L. (2022). Naukovi pryntsypy pidboru sortiv pshenytsi m'yakoyi ozymoyi za adaptivnymi oznakamy [Scientific principles of selection of soft winter wheat varieties according to adaptive characteristics] *Ahrarni innovatsiyi [Agrarian innovations]*, 11, 60–67. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.11.8> [in Ukrainian].
 9. Chuhrii, H. A. (2020). Otsinka efektyvnosti vyroshchuvannya pshenytsi ozymoyi za troma tekhnolohiyamy: intensyvna, orhano-adaptivna ta orhanichna [Evaluation of the effectiveness of growing winter wheat by three technologies: intensive, organo-adaptive and organic]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk [Taurida Scientific Herald]*, 112, 166–173. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.24> [in Ukrainian].
 10. Viniukov, O. O., Bondareva, O. B., Korobova, O. M., & Chuhrii, H. A. (2018). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi na riznykh fonakh zhyvlennia v umovakh Donetskoi obl. [The influence of biological preparations on the productivity of winter wheat on different nutritional backgrounds in the conditions of the Donetsk region]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 11, 41–47. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06> [in Ukrainian].
 11. Yarchuk, I. I., Melnyk, T. V., & Chernykh, S. A. (2021). Tekhnolohichni yakosti ta urozhaynist zerna pshe-nytsi tverdoyi ozymoyi zalezno vid zastosuvannya biolohichno aktyvnykh preparativ [Technological qualities and productivity of hard winter wheat grain depending on use of biologically active preparations]. *Visnyk Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, (2), 107–113. doi: 10.31210/visnyk2021.02.13 [in Ukrainian].
 12. Markovska O. E., Grechyshkina T. A., & Lavrenko N. M. (2020). Vplyv elementiv tekhnolohiyi vyroshchuvannya na urozhaynist ta yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoyi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny [Influence of elements of cultivation technology on the yield and grain quality of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Colloquium-Journal. Agricultural Sciences*, 19 (71). DOI:10.24411/2520-6990-2020-12053. [in Ukrainian].
 13. Cherenkov A. V., & Kozelsky O. M. (2015). Vplyv ahrotekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannya na zernovu produktyvnist pshenytsi ozymoyi [The influence of agrotechnological cultivation methods on the grain productivity of winter wheat]. *Visnyk ZhNAEU [Bulletin of the ZhNAEU]*, 1(47), 215–222. [in Ukrainian].
 14. Naidyonova O. E. (2015). Zastosuvannya huminovoho preparatu «Humin plus» v orhanichnomu zemlerobstvi [Application of humic preparation “Humin plus” in organic farming]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchayeva [Bulletin of V. V. Dokuchaev Kharkiv National Agrarian University]*, 2, 39–50. [in Ukrainian].
 15. Wang J. Y., Lin P.-Y., & Al-Babili S. (2021). On the biosynthesis and evolution of apocarotenoid plant growth regulators, *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 109, 3–11. doi: 10.1016/j.semcd.2020.07.007.
 16. Sabluk R. P., & Kovalenko O. V. (2009). Suchasni tendentsiyi svitovoho vyrobnytstva zerna [Current trends in world grain production]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*, 8, 74–78.
 17. Naukovo-obgruntovana systema vedennya ahro-promyslovoho vyrobnytstva Donechchyny [Scientifically substantiated system of agricultural production management in Donetsk]. (2007). Donetsk: Rehion [in Ukrainian].
 18. Metodychni vkazivky shchodo provedennya polovykh doslidiv z vyvchennya tekhnolohiy vyroshchuvannya zernovykh kultur [Methodical instructions for conducting field research on the study of grain cultivation technologies]. (2003). Kyiv: IZ UAAN [in Ukrainian].
- Вінюков О.О., Бондарева О.Б., Ліхущина Г.А., Лапко О.Б. Вплив амінокислотних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої різних різновидів**
- Мета.** Встановити вплив амінокислотних регуляторів росту на ріст та розвиток рослин пшениці озимої різних різновидів. **Методи.** Польовий, лабораторний, математично-статистичний. **Результати.** Дослідження проходили на дослідному полі Донецької ДСДС НААН у 2022–2024 рр. Для досліджень використовували сорти пшениці озимої м'якої Вежа (*Lutescens*) та Юзовська (*Erythrospermum*). Дослідженнями доведена ефективність передпосівної обробки насіння пшениці озимої амінокислотними регуляторами росту при формуванні рослинами біометричних показників. Так рослини сорту Юзовська формували найвищий показник коефіцієнту продуктивного кушіння за використання препарату Нова-Марин, що перевищило контроль на 0,4. Найвищий коефіцієнт загального кушіння сорту Вежа був при використанні препарату Нова-ПЕГ – 7,0, який перевищує контроль на 3,6. Найбільший ефект на показники структури врожаю рослин сорту Юзовська забезпечувало поєднання препаратів Нова-Марин та Нова-ПЕГ. Так довжина колосу збільшилась порівняно з контролем на 1,6 см, маса зерен у колосі на 0,32 г, кількість зерен у колосі – на 8 шт., маса 1000 зерен – 7,9 г. Рослини пшениці озимої сорту Юзовська, не залежно від препарату, сформували врожайність на рівні 4,4–4,5 т/га, що на 36,4 % перевищувало контрольний варіант. Вплив регуляторів росту на рослини сорту Вежа був більш розрізнений. Врожайність варіювала від 4,9 т/га (при використанні препарату Нова-Сід) до 6,2 т/га (при використанні препарату Нова-ПЕГ). **Висновки.** Впровадження у технологічний процес вирощування пшениці озимої лінійки амінокислотних біопрепаратів дозволяє стабілізувати

фізіологічні процеси рослин пшениці озимої в гостро-посушливих умовах східної частини Північного Степу України, що в свою чергу істотно впливає на зернову продуктивність рослин.

Ключові слова: пшениця озима, різновид, обробка насіння, амінокислотні регулятори росту, біометричні показники, показники структури урожаю, урожайність.

Viniukov O.O., Bondareva O.B., Likhushina H.A., Lapko O.B. The influence of amino acid growth regulators on the growth and development of winter wheat plants of different varieties

Purpose. To establish the effect of amino acid growth regulators on the growth and development of winter wheat plants of different varieties. **Methods.** Field, laboratory, mathematical and statistical. **Results.** The research was carried out at the experimental field of the Donetsk SARS of the National Academy of Agricultural Sciences in 2022–2024. The new winter soft wheat varieties Vezha (*Lutescens*) та Yuzovska (*Erythrospermum*) were used for sowing. Studies have proven the effectiveness of pre-sowing treatment of winter wheat seeds with amino acid growth regulators in the formation of biometric indicators by plants. Thus, plants of the Yuzovska variety formed the highest indicator of the productive tillering coefficient when using

the Nova-Marin preparation, which exceeded the control by 0.4. The highest coefficient of total tillering of the Vezha variety was when using the Nova-PEG preparation – 7.0, which exceeded the control by 3.6. The greatest effect on the yield structure indicators of plants of the Yuzovska variety was provided by the combination of Nova-Marin and Nova-PEG preparations. Thus, the length of the spike increased compared to the control by 1.6 cm, the mass of grains in the spike by 0.32 g, the number of grains in the spike – by 8 pcs., the mass of 1000 grains – 7.9 g. Winter wheat plants of the Yuzovska variety, regardless of the drug, formed a yield of 4.4–4.5 t/ha, which was 36.4% higher than the control variant. The effect of growth regulators on plants of the Vezha variety was more varied. The yield varied from 4.9 t/ha (when using the drug Nova-Sid) to 6.2 t/ha (when using the drug Nova-PEG). **Conclusions.** The introduction of a line of amino acid biological preparations into the technological process of growing winter wheat allows stabilizing the physiological processes of winter wheat plants in the acutely arid conditions of the eastern part of the Northern Steppe of Ukraine, which in turn significantly affects the grain productivity of plants.

Key words: winter wheat, variety, seed treatment, amino acid growth regulators, biometric indicators, yield structure indicators, yield.

ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

БАЛАБАШ В.С. – аспірант
orcid.org/0009-0006-4178-3242

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Стабільне виробництво насіння олійних культур в нинішніх умовах виступає одним з пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства України. Ріпак озимий за показниками потенційної насіннєвої продуктивності посідає провідне місце серед олійних с.-г. рослин. За розробки стратегії розвитку галузі ріпаківництва особливу увагу потрібно приділити створенню регіональних зон концентрованого розведення культури. Що дозволить значно поліпшити всі етапи технології, а також подальшу доробку насіннєвого матеріалу, процесів сушіння, зберігання та переробки в межах окремого регіону [1, 2].

Дотримання сівозміни, якісне та своєчасне виконання всіх технологічних операцій по вирощуванню ріпаку озимого дозволяють отримувати за різними кліматичними зонами країни врожайність насіння на рівні 3,0–3,5 т/га. В регіонах недостатнього та нестійкого зволоження, де основним лімітуючим фактором формування врожайності є недостатня кількість опадів, спостерігається зменшення насіннєвої продуктивності культури [3].

Насьогодні все більшої популяризації набуває ведення екологічного, або так званого органічного землеробства. Товаровиробники надають все більшу перевагу використанню біологічних засобів захисту, які, на відміну від «хімічних», є абсолютно безпечними для людей та навколишнього середовища, а також представників дикого тваринного світу, комах-запилювачів та ін. Біопрепарати, завдяки вмісту в своєму складі біологічно активних компонентів, не викликають резистентності у шкідників, бактерій та вірусів, що дозволяє отримати максимальний ефект від їх використання без збільшення норм витрати дієвих речовин впродовж декількох років. Компоненти, що входять до складу біологічних препаратів не накопичуються в тканинах рослин та впливають на кількісні та якісні показники майбутнього врожаю (колір, смак, користь та ін.) [4–7].

Біологічні препарати представляють собою спеціальні нешкідливі засоби, отримані з різних мікроорганізмів та речовин, які вони синтезують (грибів, бактерій, вірусів). Даний вид сільськогосподарської продукції є достатньо поширеним в сфері аграрного виробництва. Біопрепарати призначені головним чином для ефективного захисту посівів сільськогосподарських культур від різних збудників хвороб, гризунів, комах та інших

шкідників. Поряд з цим призначенням деяких біопрепаратів є підвищення родючості ґрунту для забезпечення покращеного росту та розвитку рослин задля збільшення насіннєвої продуктивності с.-г. культур [8–10].

В зв'язку зі зміною клімату та інтенсифікацією технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також створенням нових біологічно активних препаратів необхідним є встановлення оптимальних, економічно доцільних строків їх внесення в зрошуваних і неполивних умовах та дослідження впливу цих факторів на формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого. Тому дослідження в цьому напрямку потребують подальшого вивчення та завжди будуть актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ріпак озимий – високомаржинальна хрестоцвітна олійна сільськогосподарська культура, головною метою вирощування якої є виробництво рослинної олії (біодизелю) високої якості. Найчастіше основними факторами зниження його врожайності виступають недотримання агротехніки вирощування, зокрема, неправильно обраний сорт чи гібрид, недотримання правил сівозміни та низька якість посівного матеріалу. Разом з тим застосування нових районованих сортів і гібридів, володіючих підвищеною адаптивністю, використання насіння з високими якісними показниками, впровадження сучасних інноваційних агротехнологій дозволяє збільшити насіннєву продуктивність ріпаку озимого та підвищити рентабельність виробництва [11–12].

Що стосується походження даної олійної рослини, дані різних літературних джерел дещо різняться. Деякі науковці вважають батьківщиною ріпаку європейські країни: Великобританію, Швецію та Нідерланди. Але є й такі вчені, які стверджують що культура походить із Середземномор'я в зв'язку з тим, що ще з стародавніх часів ріпак був дуже поширеним в Індії. В 19 столітті ця хрестоцвітна рослина була достатньо поширена в Європі. Так на території Німеччини площі його посіву становили більш ніж 300 тис. га. Це було обумовлено підвищеним попитом промислових підприємств на олії, що використовуються для технічних потреб. На той час нафтова промисловість знаходилась на етапі початкового розвитку, тому не мала можливості повною мірою задовільнити цей попит. Крім цього агрокліматичні умови європейських країн виявилися достатньо сприятливими для широкого культивування ріпаку та

отримання високої врожайності. Дослідники зазначають, що ріпак саме з Німеччини був завезений на захід України, де й нині спостерігаємо значні площі його вирощування [13–14].

В насінні ріпаку озимого міститься більше 50 % олії, яка широко використовується у різних промислових галузях: харчовій, миловарній, лакофарбовій, металургійній, шкіряній, для виготовлення мастил, біодизелю тощо. Культура має важливе значення в годівлі худоби – зелену масу використовують на зелений корм, а також виробляють макуху. Продукти переробки ріпаку в нашій країні досить широко використовують у різних сферах виробництва, разом з тим левова доля виробленого посівного матеріалу культури експортується [15, 16].

В харчовій промисловості ріпакова олія використовується в процесі приготування різноманітних кулінарних страв: салатів, фаст-фудів та продуктів харчування, в яких за рецептурою передбачена її переробка: різних маринадів майонезу, маргарину тощо. Олія культури є одним з основних компонентів у рибній промисловості для виробництва консервів. Борошно та макуха ріпаку входять до складу деяких кондитерських харчових виробів [17, 18].

Дослідники Chauhan J. S., Bhadauria V. P., Singh M. та ін. вказують на наявність біологічної особливості ріпаку озимого щодо утворення ерукової кислоти, а також глюкозинолатів [19]. За даними показниками товаровиробники визначають придатність насіння до переробки – чим нижчим є вміст зазначених речовин, тим краще для якості майбутньої продукції.

Разом з тим Font R., Rio-Celestino M. D., Cartea E., Harow-Bailon A. D. зазначають про можливість регулювання даних сполук [20]. Наприклад, рафінація дозволяє видалити ерукову кислоту, проте сприяє зменшенню ріпакової олії за кількістю. Скороченню рівня глюкозинолатів допомагає застосування інноваційних елементів агротехніки та своєчасне сортове відновлення. Вченими Sato T., Takahashi M. та Matsunaga R. відмічено позитивний вплив вищезазначених сполук в медицині. Так ерукова кислота є важливою для роботи серцевого м'язу – міокарду, так як допомагає стимулювати його роботу. Глюкозинолати, в свою чергу, мають позитивний вплив на процеси травлення та перистальтику кишківника [21].

Ефективним є виготовлення біопалива з ріпаку озимого, але є деякі нюанси. Насьогодні в європейських країнах в достатній кількості побудовані всі необхідні потужності для виробництва біодизелю, тому створювати в Україні їх немає сенсу. Зокрема Лебідь Л. Р. зазначив, що краще й надалі продовжувати постачання до Європейського союзу сировини для виробництва біодизелю, а на перспективу – налагодити власне виробництво невеликої кількості біодизелю для власного споживання аграрного сектору України [22].

Застосування пестицидів, що збільшується, призводить до забруднення довкілля зазначає Budzyński W., а накопичення їх у продукції рослинництва, появи стійких штамів і популяцій шкідливих організмів тощо [23].

Одним зі шляхів усунення проблеми екологічно безпечного ведення господарства Czarnik M. вважає

застосування в сільськогосподарській практиці біологічних засобів захисту рослин, що проявляють фітозахисні, імуностимуляційні та рістрегуляційні властивості [24]. Науковий і практичний інтерес до цих препаратів викликаний тим, що біологічні агенти здатні активізувати захисні механізми рослинного організму, відновлювати процеси саморегуляції фітоценозів і пригнічувати ріст фітопатогенних мікроорганізмів синтезом антибіотичних речовин. На думку науковця Poliovyk V. M. та ін. біопрепарати здатні суттєво зменшувати або усувати біотичний стрес, якого зазнають сільськогосподарські культури за впливу шкідників, хвороб і бур'янів, а також підвищувати толерантність до абіотичного стресу, такого як посуха та екстремальні температури [25]. Незважаючи на те, що ринок біологічних засобів боротьби зі шкідливими організмами безперервно зростає, вчені зазначають, що дотепер біологічний контроль та біологічні препарати охоплюють дуже мале місце в системах захисту рослин, особливо в польових умовах.

В Україні за останні 20 років частка площ оброблюваних біологічними засобами захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів становила 2,9–8,5 % усіх площ. Проте у переважній більшості регіонів частка біометоду не перевищувала 1–3 %. Згідно з імплементацією органічного законодавства ЄС впровадження органічного землеробства потрібно довести до 6 % усіх площ під сільськогосподарським виробництвом [26].

Вимоги, визначені Європейським зеленим курсом, до якого приєдналась і Україна, охоплюють чималий спектр заходів та ініціатив задля забезпечення сталого розвитку, боротьби зі зміною клімату, а також захисту природних ресурсів. Особливо в сфері формування сталого сільського господарства та біорізноманіття вони передбачають збільшення використання органічних препаратів, зменшення застосування синтетичних пестицидів, мінеральних добрив і збереження біорізноманіття. В зв'язку з чим вивчення елементів біологізації технології вирощування олійних культур є надзвичайно актуальним та необхідним для детального наукового пізнання [27, 28].

Важливим аспектом використання у сільськогосподарському виробництві різних сортів ріпаку озимого є визначення і застосування оптимальних параметрів технології вирощування високоякісного насіння [29, 30]. Розробка та впровадження нових прийомів сортової агротехніки цієї культури сприяє найповнішому використанню генетичного потенціалу та представляє практичний інтерес для сучасного землеробства.

Мета – проаналізувати результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців на ріпаку озимому для подальшого вдосконалення елементів технології вирощування культури за використання біопрепаратів у зрошуваних та неполивних умовах півдня України.

Висновки. Стратегічний розвиток технологій вирощування олійних культур, орієнтований на світові тенденції у підходах до агротехніки та системи захисту рослин, зумовлює необхідність розробки адаптованих сортових агротехнологій, що у підсумку забезпечить формування сучасної технологічної стратегії розвитку

АПК України та гарантуватиме її продовольчу безпеку у довгостроковій перспективі. Одним із дієвих заходів вдосконалення технології вирощування та підвищення рентабельності вирощування ріпаку озимого є використання біологічно активних препаратів для позакореневого підживлення посівів культури. Застосування біопрепаратів є невід'ємним аспектом сучасного рослинництва, що сприяє оптимізації живлення рослин, стимулюванню їх розвитку та підвищенню насіннєвої продуктивності. В попередніх дослідженнях науковці Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН вивчали динаміку формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого залежно від строків внесення біопрепаратів за вирощування в зрошуваних та неполивних умовах. В сучасних умовах кліматичних змін застосування біопрепаратів на ріпаку озимому в умовах півдня України недостатньо вивчено, тому дослідження в даному напрямку потребують подальшого вивчення та завжди будуть актуальними.

Дослідження будуть направлені на вирішення агротехнічних питань землеробства, що включає стабілізацію та підвищення продуктивності олійних культур на фоні кліматичних змін. В процесі виконання завдання буде обґрунтовано агроекологічні умови формування агроценозів ріпаку озимого під впливом біопрепаратів, інформаційні матеріали щодо впливу біопрепаратів на ростові процеси, формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого, досліджено вплив застосування біопрепаратів на біометричні показники та формування біомаси і насіння ріпаку озимого в зрошуваних та неполивних умовах півдня України. Буде визначено фактори, які впливають на фенологію культури (ростові процеси, фенофази), площу асиміляційної поверхні, тощо. Застосування біопрепаратів на фоні зрошення вплине на розвиток шкідників різного роду, дослідження даного процесу являється одним з головних завдань по вивченню біоценозу. Розробка інтенсивної технології вирощування ріпаку озимого за використання сучасних біологічно активних препаратів сприятиме підвищенню ефективності с.-г. підприємств в сфері економічної діяльності та збільшенню рівня експортної спроможності виробників с.-г. продукції України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів : Українські технології, 2019. 806 с.
- Іващенко О.О., Рудник-Іващенко О.І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 10–12.
- Інноваційні підходи до фітореємедіації та фіторекультивації у сучасних системах землеробства: монографія / Цицюра Я. Г., Шкатула Ю. М., Забарна Т. А., Пелех Л. В. Вінниця : ТОВ «Друк», 2022. 1200 с.
- Бардін Я. Б. Ріпак: від сівби – до переробки. Біла Церква : Світ, 2000. 107 с.
- Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 73. С. 3–10.
- Нейко І. С. Оцінка стану лісових екосистем у контексті збалансованого лісочористування та забезпечення екологічної стабільності ландшафтів України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 18 (10). С. 16–27.
- Sánchez A. C., Kamau H. N., Grazioli F., Jones S. K. Financial profitability of diversified farming systems: A global meta-analysis. *Ecological Economics*. 2022. Volume 201, November, 107595. P. 1–12.
- Barratt B. I., Moran V. C., Bigler F., van Lenteren J. C. The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *BioControl*. 2018. Vol. 63. P. 155–167. doi: 10.1007/s10526-017-9831-y
- Ткаленко Г. Біологічні препарати в захисті рослин. *Специальний випуск журналу Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту*. 2015. С. 6–14.
- Binta B.A., Bruno B. Economic and Environmental Performances of Organic Farming System Compared to Conventional Farming System: A Case Study of the Horticulture Sector in the Niayes Region of Senegal. *Pro. Env. Sc*, 2015. 29. P. 17–19 <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.132>
- Крутякова В. І. Біометод – основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01
- Mondal S. C., Pal S., Mukhopadhyay S. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 2017. Vol. 6, No. 8. P. 2230–2237. URL: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.264>
- Влашук А. М., Дробіт О. С., Шапарь Л. В., Прищепо М. М., Конашук О. П. Оптимізація технології вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 2. С. 96–102.
- Gupta S. K., Aditya Pratap. *History, Origin, and Evolution. Advances in Botanical Research*. 2007. Vol. 45. P. 1–20.
- Huangfu C. H., Song X. L., Qiang S., Zhang H. J. Response of wild *Brassica juncea* populations to glyphosate. *Pest Management Science*. 2007. Vol. 63. P. 33–40.
- Калетнік Г. М., Гончарук І. В. Економічні розрахунки потенціалу виробництва відновлювальної біоенергії у формуванні енергетичної незалежності агропромислового комплексу. *Економіка АПК*. 2020. № 9. С. 6–16.
- López-Granados F., Lutman P.J.W. Effect of environmental conditions on the dormancy and germination of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Weed Sci*. 1998. Vol. 46. P. 19–23.
- Gunstone F. D. Production and consumption of rapeseed oil on a global scale. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 2001. Vol. 103. P. 447–449.
- Bhardwaj H. L., Hamama A. A. Oil, erucic acid, and glucosinolate contents in winter hardy rapeseed germplasms. *Industrial Crops and Products*. 2000. Vol. 12. P. 33–38.
- Mondelaers K., Aertsens J., Van Huylenbroeck G. A Meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *Br. Food J.*, 2009. 111. P. 1098–1119.
- Łuczka Władysława, Kalinowski Sławomir. Barriers to the Development of Organic Farming: A Polish Case Study. *Agriculture*, 2020. 10 (11). P. 536. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110536>

21. Hormesis in plants: The role of oxidative stress, auxins and photosynthesis in corn treated with Cd or Pb. / Małkowski E., Sitko K., Szopiński M., Gieroń Ż., Pogrzeba M., Kalaji H. M., Zieleźnik-Rusinowska P. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. № 21 (6). P. 2099.
22. Navrotskyi O. Systemic challenges in agricultural business: classification and ways to overcome them. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series «AIC Economics»*, 2024. No 31. P. 40–44. <https://doi.org/10.31734/economics2024.31.005>
23. Влащук А. М., Дробіт О. С., Валентюк Н. О., Влащук О. А., Іванов Г. М. Вплив технологічних елементів на формування продуктивності буркуну однорічного. *Вісник Аграрної науки*. Київ, 2024. № 6 (855). С. 14–22.
24. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Дробіт О. С., Влащук О. А. Насіннева продуктивність буркуну однорічного залежно від способів сівби та удобрення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів-Оброшине, 2020. Вип. 67. Ч. 2. С. 139–151.
25. Poliovyk V. M., Lukashuk L. Ya., Rovna H. F., & Huk B. V. Productivity of winter rape depending on fertilization and liming in the conditions of Western Polissia. *Cereal Crops*. 2020. 4 (1). P. 108–115. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0113>
26. Altieri M.A., Nicholls C.I. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *Journal of Peasant Studies*. 2020. Vol. 47, No 5, P. 881–898.
27. Skjærseth, J. B. Towards a European Green Deal: The evolution of EU climate and energy policy mixes. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 2021. 21 (1), P. 25–41. <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09529-4>
28. Влащук А. М., Колпакова О. С., Влащук О. А., Копилов С. О., Галілюк В. В. Розробка елементів технології вирощування буркуну білого однорічного в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 68. С. 69–73.
29. Науково-практичні рекомендації з технології вирощування насіння ріпаку озимого в умовах зрошення півдня України. Науково-практичні рекомендації / Вожегова Р.А. та ін. Херсон : Олді+, 2018. 48 с.
30. Загальне землеробство / Єщенко В. О. та ін. Київ : Вища освіта, 2004. 336 с.
4. Bardin, Ya. B. (2000). Ripak: vid sivy – do pererobky [Rapeseed: from sowing to processing]. Bila Tserkva: Svit, 107 [in Ukrainian].
5. Petrychenko V.F., Korniihuk O.V. (2012). Stratehiia rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini. [The strategy of development of feed production in Ukraine]. Vinnytsia. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vyp. 73. S. 3–10 [in Ukrainian].
6. Neiko, I.S. (2008). Otsinka stanu lisovykh ekosystem u konteksti zbalansovanoho lisokorystuvannya ta zabezpechennia ekolohichnoi stabilnosti landshaftiv Ukrainy [Assessment of the state of forest ecosystems in the context of balanced forest use and ensuring the ecological stability of Ukrainian landscapes]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of NLTU*, 18 (10), 16–27 [in Ukrainian].
7. Sánchez, A. C., Kamau, H. N., Grazioli, F., Jones, S. K. (2020). Financial profitability of diversified farming systems: A global meta-analysis. *Ecological Economics*. Volume 201, November, 107595. P. 1–12.
8. Barratt B. I., Moran V. C., Bigler F., van Lenteren J. C. (2018). The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *BioControl*. Vol. 63. P. 155–167. doi: 10.1007/s10526-017-9831-y
9. Tkalenko H. (2015). Biolohichni preparaty v zakhysti roslyn. [Biological products in plant protection]. Spetsvypusk zhurnalu Propozytsiia. Suchasni ahrotekhnologii iz zastosuvannya biopreparativ ta rehulatoriv rostu [Special issue of the magazine Propozytsiia. Modern agrotechnologies using biological products and growth regulators]. P. 6–14. [in Ukrainian].
10. Binta, B.A., Brun, B. (2015). Economic and Environmental Performances of Organic Farming System Compared to Conventional Farming System: A Case Study of the Horticulture Sector in the Niayes Region of Senegal. *Pro. Env. Sc.* 29:17–19. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.132>
11. Krutiakova V. I. (2020). Biometod – osnova staloho rozvytku vitchyznianoho zemlerobstva. [Biometod – the basis of sustainable development of domestic agriculture] *Visnyk aharnoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science]* № 9(810). P. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01 [in Ukrainian].
12. Mondal S. C., Pal S., Mukhopadhyay S. Effect of nitrogen and phosphorus on growth and yield of pea (*Pisum sativum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 2017. Vol. 6, No. 8. P. 2230–2237. URL: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.264>
13. Gupta S. K., Aditya Pratap. (2007). *History, Origin, and Evolution. Advances in Botanical Research*. Vol. 45. P. 1–20.
14. Huangfu C. H., Song X. L., Qiang S., Zhang H. J. (2007). Response of wild Brassica juncea populations to glyphosate. *Pest Management Science*. Vol. 63. P. 33–40.
15. Kaletnik G. M., Goncharuk I. V. (2020). Ekonomichni rozrakhunky potentsialu vyrobnytstva vidnovliuvanoi bioenerhii u formuvanni enerhetychnoi nezalezhnosti ahropromyslovoho kompleksu. [Economic calculations of the potential for the production of renewable bioenergy in the formation of energy independence of the agro-industrial complex] *Ekonomika APK. [Economics of the Agricultural Complex]* Kyiv, No. 9. p. 6–16. [in Ukrainian].

REFERENCES:

1. Petrychenko V. F., & Lykhochvor V. V. (2019). Roslynnystvo. Novi tekhnologii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur [Plant growing. New technologies of crops cultivation]. Lviv: Ukrainski tekhnologii, 806 [in Ukrainian].
2. Ivashchenko, O.O. & Rudnyk-Ivashchenko. O. I. (2011). Napriamy adaptatsii aharnoho vyrobnytstva do zmin klimatu [Directions of adaptation of agricultural production to climate change]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 8, 10–12 [in Ukrainian].
3. Tsytsiura Ya. H., Shkatula Yu. M., Zabarna T. A., & Pelek L. V. (2022). Innovatsiini pidkhody do fitoremediatsii ta fitorekultyvatsii u suchasnykh systemakh zemlerobstva: monohrafiia [Innovative approaches to phytoremediation and phytorecultivation in modern agricultural systems: monograph]. Vinnytsia: LLC «Druk», 1200 [in Ukrainian].

16. López-Granados F, Lutman PJW. (1998). Effect of environmental conditions on the dormancy and germination of volunteer oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Weed Sci.* Vol. 46. P. 19–23.
 17. Gunstone F. D. (2001). Production and consumption of rapeseed oil on a global scale. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* Vol. 103. P. 447–449.
 18. Bhardwaj H. L., Hamama A. A. Oil, erucic acid, and glucosinolate contents in winter hardy rapeseed germplasms. *Industrial Crops and Products*. 2000. Vol. 12. P. 33–38.
 19. Mondelaers, K., Aertsens, J., Van Huylenbroeck, G. (2009). A Meta-analysis of the differences in environmental impacts between organic and conventional farming. *Br. Food J.*, 111. 1098–1119.
 20. Łuczka, Władysława, Kalinowski, Sławomir. (2020). Barriers to the Development of Organic Farming: A Polish Case Study. *Agriculture*. 10 (11), 536. <https://doi.org/10.3390/agriculture10110536>
 21. Małkowski, E., Sitko, K., Szopiński, M., Gieroń, Ż., Pogrzeba, M., Kalaji, H. M., & Zieleźnik-Rusinowska, P. (2020). Hormesis in plants: The role of oxidative stress, auxins and photosynthesis in corn treated with Cd or Pb. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6), 2099.
 22. Navrotskyi, O. (2024). Systemic challenges in agricultural business: classification and ways to overcome them. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series «AIC Economics»*. No 31. P. 40–44. <https://doi.org/10.31734/economics2024.31.005>.
 23. Vlashchuk A. M., Drobit O. S., Valentiuk N. O., Vlashchuk O. A., & Ivanov H. M. (2024). Vplyv tekhnolohichnykh elementiv na formuvannya produktyvnosti burkunu odnorichnoho [The influence of technological elements on the formation of productivity of white sweet clover]. *Visnyk Ahrarynoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 6 (855), 14–22 [in Ukrainian].
 24. Lavrynenko Yu. O., Vlashchuk A. M., Drobit O. S., & Vlashchuk O. A. (2020). Nasinnieva produktyvnist burkunu odnorichnoho zalezhno vid sposobiv sivyby ta udobrennia [The seed productivity of the white sweet clover depends on the methods of sowing and fertilization]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry*, 67 (2), 139–151 [in Ukrainian].
 25. Poliovyk V. M., Lukashuk L. Ya., Rovna H. F., & Huk B. V. (2020). Productivity of winter rape depending on fertilization and liming in the conditions of Western Polissia. *Cereal Crops*. 4(1). P. 108–115. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0113>
 26. Altieri, M.A., Nicholls. C.I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *Journal of Peasant Studies*. Vol. 47, No 5, P. 881–898.
 27. Skjærseth, J. B. (2021). Towards a European Green Deal: The evolution of EU climate and energy policy mixes. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21(1), 25–41. <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09529-4>
 28. Vlashchuk A. M., Kolpakova O. S., Vlashchuk O. A., Kopylov S. O., & Haliliuk V. V. (2017). Rozrobka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya burkunu biloho odnorichnoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The development of elements of the technology of growing white sweet clover in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 68, 69–73 [in Ukrainian].
 29. Vozhegova, R.A., Lavrynenko, Yu.O., & Marchenko, T.Yu. (2021). Teoretychni osnovy ta praktychni rezultaty selektsii hibrydiv kukurudzy intensyvnogo typu dlia umov zroshennia [Theoretical foundations and practical results of the selection of intensive type corn hybrids for irrigation conditions]. *Kherson: OLDI-PLUS* [in Ukrainian].
 30. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., & Opryshko, V.O. et al. (2004). *Zahal'ne zemlerobstvo* [General agriculture]. Kyiv: Vyshcha osvita [in Ukrainian]
- Вожегова Р.А., Балабаш В.С. Формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого за умов зміни клімату**
- Мета статті** – проаналізувати результати досліджень вітчизняних та закордонних науковців на ріпаку озимому для подальшого вдосконалення елементів технології вирощування культури за використання біопрепаратів у зрошуваних та неполивних умовах півдня України.
- Результати.** Стратегічний розвиток технологій вирощування олійних культур, орієнтований на світові тенденції у підходах до агротехніки та системи захисту рослин, зумовлює необхідність розробки адаптованих сортових агротехнологій, що у підсумку забезпечить формування сучасної технологічної стратегії розвитку АПК України та гарантуватиме її продовольчу безпеку у довгостроковій перспективі. В зв'язку зі зміною клімату та інтенсифікацією технологій вирощування сільськогосподарських культур, а також створенням нових біологічно активних препаратів необхідним є встановлення оптимальних, економічно доцільних строків їх внесення в зрошуваних і неполивних умовах та дослідження впливу цих факторів на формування насіннєвої продуктивності ріпаку озимого. Аналіз досліджень і публікацій видатних вітчизняних науковців дозволив більш детально ознайомитися господарським значенням ріпаку озимого, деякими елементами технології та позитивним впливом органічного виробництва. В умовах змін клімату використання оптимальних агротехнічних параметрів сприяє формуванню високих врожаїв насіння ріпаку озимого та підвищенню рентабельності олійної галузі.
- Висновки.** Визначені актуальні питання щодо подальшої оптимізації параметрів технології вирощування культури. Одним із дієвих заходів вдосконалення технології вирощування та підвищення рентабельності вирощування ріпаку озимого є використання біологічно активних препаратів для позакореневого підживлення посівів культури. Застосування біопрепаратів є невід'ємним аспектом сучасного рослинництва, що сприяє оптимізації живлення рослин, стимулюванню їх розвитку та підвищенню насіннєвої продуктивності.
- Ключові слова:** олійні культури, зрошення, біопрепарат, строк внесення, насіннєва продуктивність.
- Vozhegova R.A., Balabash V.S. Formation of winter rapeseed seed productivity in climate change conditions**
- The purpose is** to analyze the research results by domestic and foreign scientists devoted to the winter rapeseed cultivation for further improvement of elements of crop cultivation technology using biological products in irrigated and non-irrigated conditions of Southern Ukraine.

Results. The strategic development of oilseed cultivation technologies is oriented towards world trends in approaches to agricultural technology and plant protection systems. This necessitates the development of adapted varietal agricultural technologies, which in the end will ensure the formation of a modern technological strategy for the development of the agricultural sector of Ukraine and guarantee its food security in the long term. In connection with climate change and the intensification of crop cultivation technologies, as well as the creation of new biologically active preparations, it is necessary to establish optimal, economically feasible timing of their application in irrigated and non-irrigated conditions and study the influence of these factors on the formation of seed productivity of winter rapeseed. Analysis of research and publications by prominent domestic scientists allowed us to determine in more detail the economic

value of winter rapeseed, to identify some elements of technology and the positive impact of organic production. In conditions of climate change, the use of optimal agro-technical parameters contributes to the formation of high yields of winter rapeseed and increases the profitability of the oilseed industry.

Conclusions. Relevant issues regarding further optimization of crop growing technology parameters were identified. One of the effective measures to improve cultivation technology and increase the profitability of winter rapeseed cultivation is the use of biologically active preparations for foliar fertilization of crops. The use of biological preparations is an integral aspect of modern crop production, which contributes to optimizing plant nutrition, stimulating their development and increasing seed productivity.

Key words: oilseed crops, irrigation, biological product, application time, seed productivity.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ЗА УМОВ ЗРОШЕННЯ

ГАДЗАЛО Я.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-5028-2048

Національна академія аграрних наук України

ВОЖЕГОВА Р.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3895-5633

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

ЛІКАР Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1241-8634

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Питання продовольчої безпеки держави є одним з пріоритетних складових національної безпеки, що обумовлюється стратегічною вагомістю зернової та зернобобової продукції. У зв'язку із цим, виникає необхідність оцінки стану виробництва зерна, його експорту та моніторингу постійних прогнозів світових лідерів щодо цієї галузі є вкрай важливим питанням. Виробництво зернобобових культур, у тому числі сої, сприяє стабілізації продовольчої безпеки [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасне виробництво передбачає широке використання інтенсивних технологій вирощування агрокультур. При цьому збільшуються витрати пального, електроенергії, засобів меліорації і захисту рослин, що в свою чергу веде до збільшення енергетичних витрат. У сучасних умовах господарювання в світі склалася тенденція зниження виробництва продукції на одиницю додатково витраченої енергії [2].

Одним із шляхів зниження витрат енергії при виробництві продукції рослинництва є застосування біоенергетичного аналізу, який є концентрованим виразом закону збереження і перетворення енергії щодо сільськогосподарського виробництва [3].

У вирішенні проблеми забезпечення білком людства, соя відіграє велику роль та займає провідне місце у світі. Крім того культура найбільш ефективно використовує ґрунтово-кліматичний потенціал зрошуваних земель півдня України. Тому необхідною умовою ефективного використання ресурсів є розробка комплексу заходів, які забезпечують одержання високого врожаю сої в повторних посівах, збереження родючості ґрунту, економічної та енергетичної ефективності окремих технологічних процесів та технології вирощування в цілому [4].

Основним показником, що показує енергетична ефективність вирощування агрокультур є енергетичний коефіцієнт технології, який показує відношення отриманої з урожаєм енергії до кількості сукупної енергії, що була затрачена на вирощування даного урожаю. Даний показник дає більш ширші уявлення про енергетичні корективи агровиробництва. Технологія вирощування вважається енергетично ефективною, коли даний коефіцієнт більше одиниці [5, 6].

Рациональне використання енергетичних ресурсів є однією із найважливіших передумов для зростання виробництва агропродукції. У зв'язку з цим необхідно проводити аналіз енергетичних витрат при вирощуванні сучасних сортів у тому числі і сої, із використанням вже відомих та нових елементів технології вирощування [7]. Збільшення потреб переробної і харчової промисловості у соєвій сировині спонукає дослідників до вивчення та адаптування різних груп сортів сої до певних ґрунтово-кліматичних умов. Розвиток селекції дає підстави для розширення посівних площ сої. Останнім часом на районування поставлено багато нових перспективних сортів сої інтенсивного типу [8]. В Україні є достатньо великий сортовий склад сої. Сучасні високопродуктивні сорти сої можуть дати високий врожай при правильному підборі для них тих елементів технології, які б створювали можливість для реалізації закладеного в них потенціалу і були узгоджені з ґрунтово-кліматичними умовами [9].

Матеріали та методи. Дослідження першого досліду проводили протягом 2013–2015 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – строк сівби, С – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Для проведення досліджень було відібрано три сорти сої, різних груп стиглості, селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, і рекомендовані для вирощування в усіх кліматичних зонах України з високою потенційною урожайністю, адаптовані до посушливих умов Південного Степу України та пластичні до умов вологозабезпечення: *Діона*, *Даная*, *Святогор*.

Строк сівби: перший – 20 квітня, другий – 05 травня, третій – 20 травня.

Система захисту рослин: контроль (обробка водою), біозахист, хімізахист.

Дослідження другого досліду проводили протягом 2017–2019 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН).

Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – інкулянт, С – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м², облікова – 50 м².

Для проведення досліджень було відібрано три сорти сої, різних груп стиглості, селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН), що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, і рекомендовані для вирощування в усіх кліматичних зонах України з високою потенційною урожайністю, адаптовані до посушливих умов Південного Степу України та пластичні до умов вологозабезпечення: Фаетон, Аполлон, Деймос.

Система захисту рослин: контроль (обробка водою), біозахист, хімзахист.

Польові досліді закладено згідно методичних рекомендацій з проведення польових дослідів на зрошенні [10–12].

Метою наших досліджень було провести енергетичний аналіз розроблених елементів агротехніки вирощування сортів сої.

Результати досліджень. Енергетичний аналіз показників польового досліді з сортами сої показав істотні відмінності у величині надходження енергії за всіма досліджуваними факторами та їх варіантами. Доведено, що найменшим даний показник, у межах 54,4 ГДж/га, сформувався у сорту Діона за першого строку сівби (20 квітня) та за відсутності заходів із захисту рослин (табл. 1).

У варіанті з сортом Святогор за сівби 20 травня (третій строк) та за дотримання хімічного захисту рослин відбулося його зростання на 34,6% (до 73,2 ГДж/га). Витрати енергії слабо змінювались під впливом досліджуваних факторів – лише на 4,3% й коливалися в діапазоні від 23,0 до 24,0 ГДж/га. У сорту Святогор за сівби у третій строк (20 травня) та використання біологічного та хімічного захисту рослин зафіксували зростання приросту енергії до 47,9–49,2 ГДж/га. Також

Таблиця 1

Енергетична ефективність вирощування сортів сої залежно від строків сівби і захисту рослин, дослід 1 (середнє за 2013–2015 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Захист рослин (фактор С)	Енергетичні показники				
			надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго-єм- ність, ГДж/т
Діона	Перший (20.04)	Контроль	54,4	23,0	31,4	2,36	7,10
		Біозахист	59,9	23,3	36,6	2,57	6,56
		Хімзахист	60,6	23,3	37,3	2,60	6,50
	Другий (05.05)	Контроль	58,3	23,2	35,1	2,51	6,71
		Біозахист	64,7	23,5	41,1	2,75	6,16
		Хімзахист	66,3	23,6	42,6	2,81	6,04
	Третій (20.05)	Контроль	59,5	23,3	36,3	2,56	6,59
		Біозахист	66,3	23,6	42,6	2,81	6,04
		Хімзахист	66,1	23,6	42,5	2,80	6,05
Даная	Перший (20.04)	Контроль	64,5	23,5	41,0	2,74	6,18
		Біозахист	68,0	23,7	44,3	2,87	5,91
		Хімзахист	67,9	23,7	44,2	2,86	5,93
	Другий (05.05)	Контроль	63,8	23,5	40,3	2,71	6,23
		Біозахист	68,4	23,7	44,7	2,88	5,89
		Хімзахист	69,8	23,8	46,0	2,93	5,79
	Третій (20.05)	Контроль	64,5	23,5	41,0	2,74	6,18
		Біозахист	69,3	23,8	45,5	2,91	5,83
		Хімзахист	71,8	23,9	47,9	3,00	5,66
Святогор	Перший (20.04)	Контроль	68,0	23,7	44,3	2,87	5,91
		Біозахист	71,2	23,9	47,3	2,98	5,70
		Хімзахист	71,0	23,9	47,2	2,98	5,71
	Другий (05.05)	Контроль	67,2	23,7	43,5	2,84	5,98
		Біозахист	70,9	23,9	47,0	2,97	5,72
		Хімзахист	70,5	23,8	46,7	2,96	5,74
	Третій (20.05)	Контроль	67,9	23,7	44,2	2,86	5,93
		Біозахист	71,8	23,9	47,9	3,00	5,66
		Хімзахист	73,2	24,0	49,2	3,05	5,58

у цих варіантах одержали коефіцієнт енергетичної ефективності понад 3,0, як і у варіанті з хімічним захистом у сорту Даная, за строку сівби 20 травня. Слід зауважити, що варіант з сортом Діона за сівби 20 квітня також мав найменші показники коефіцієнту енергетичної ефективності та найбільшу енергоємність, відповідно, 2,36 та 7,10 ГДж/т.

У досліді з вивчення продуктивності сортів сої залежно від впливу інокулянтів та захисту рослин визначено, що значення надходження сукупної енергії перевищують 60 ГДж/га у варіантах з сортом Деймос за обробки насіння перед сівбою інокулянтами Нітрофікс та Оптимайз, а також за умов застосування біологічного та хімічного захисту рослин. У контрольних варіантах факторів В (інокулянт) і С (захист рослин) сорту Фаетон цей показник зменшився до 34,4 ГДж/га, або в 1,8–1,9 рази (табл. 2).

Витрати енергії внаслідок схожості досліджуваних варіантів слабо змінювались у діапазоні від 21,1 до 22,5 ГДж/га – з найвищим коливанням до 6,6%. Цей показник мав додатну тенденцію за вирощування сорту Деймос та у варіантах з хімічним захистом рослин.

Найбільші відмінності простежувались за природою енергії. У варіанті з сортом Деймос, інокуляції Оптимайзом та за хімічного захисту рослин цей показник підвищився до 43,1 ГДж/га, а у варіанті з сортом Фаетон без інокуляції та без захисту рослин відбулося його зниження в 3,2 рази (до 13,4 ГДж/га).

Доведено, що з енергетичної точки зору найкращим виявився варіант з сортом Деймос, який висівали з обробкою насіння перед сівбою препаратом Оптимайз та формували хімічну систему захисту рослин. За таких умов сформувався максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності (2,91) та найменша енергоємності 1 тонни насіння (5,81 ГДж).

Висновки. Надходження енергії у першому досліді було найбільшим на сорті Святогор за сівби 20 травня та за хімізахисту – 73,2 ГДж/га, що було більше на 34,6% за контрольний варіант на сорті Діона. Витрати енергії слабо змінювались у межах від 23,0 до 24,0 ГДж/га, або на лише на 4,3%. Приріст енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності був максимальним на сорті Святогор за 20 травня та при біо- та хімізахисту. Сорт Діона за сівби 20 квітня мав найменші показники

Таблиця 2

Енергетична ефективність вирощування сортів сої залежно від інокулянтів та захисту рослин, дослід 2 (середнє за 2017–2019 рр.)

Сорт (фактор А)	Інокулянт (фактор В)	Захист рослин (фактор С)	Енергетичні показники				
			надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго-єм- ність, ГДж/т
Фаетон	Контроль	Контроль	34,4	21,1	13,4	1,63	9,98
		Біозахист	44,3	21,5	22,8	2,06	8,06
		Хімізахист	45,7	21,6	24,2	2,12	7,85
	Нітрофікс	Контроль	40,6	21,4	19,3	1,90	8,68
		Біозахист	47,5	21,7	25,8	2,19	7,61
		Хімізахист	51,8	21,9	29,9	2,37	7,08
	Оптимайз	Контроль	47,3	21,7	25,7	2,18	7,63
		Біозахист	50,0	21,8	28,2	2,29	7,29
		Хімізахист	53,5	22,0	31,6	2,44	6,88
Аполлон	Контроль	Контроль	47,0	21,7	25,3	2,17	7,68
		Біозахист	52,5	21,9	30,6	2,39	7,00
		Хімізахист	53,0	21,9	31,1	2,42	6,94
	Нітрофікс	Контроль	51,6	21,9	29,7	2,36	7,10
		Біозахист	55,3	22,0	33,3	2,51	6,70
		Хімізахист	58,7	22,2	36,5	2,64	6,38
	Оптимайз	Контроль	54,1	22,0	32,1	2,46	6,83
		Біозахист	58,1	22,2	36,0	2,62	6,43
		Хімізахист	59,4	22,2	37,1	2,67	6,32
Деймос	Контроль	Контроль	51,2	21,8	29,3	2,34	7,15
		Біозахист	56,5	22,1	34,4	2,56	6,58
		Хімізахист	58,1	22,2	36,0	2,62	6,43
	Нітрофікс	Контроль	54,2	22,0	32,2	2,46	6,82
		Біозахист	60,0	22,3	37,7	2,70	6,26
		Хімізахист	62,4	22,4	40,0	2,79	6,06
	Оптимайз	Контроль	54,5	22,0	32,5	2,48	6,78
		Біозахист	61,9	22,4	39,6	2,77	6,10
		Хімізахист	65,7	22,5	43,1	2,91	5,81

коефіцієнту енергетичної ефективності – 2,36, а також найвищу енергоємність – 7,10 ГДж/т.

В другому польовому досліді перевищення показників надходження енергії понад 60 ГДж/га спостерігалось на сорті Деймос за використання інокулянтів Нітрофікс та Оптимайз на фоні біологічного та хімічного захисту рослин. Витрати енергії внаслідок схожості досліджуваних варіантів неістотно коливались за досліджуваними факторами й варіантами в межах від 21,1 до 22,5 ГДж/га. У варіанті з сортом Деймос, інокуляції Оптимайзом та за хімічного захисту рослин приріст енергії збільшився до 43,1 ГДж/га, а на сорті Фаєтон без інокуляції та без захисту рослин – він істотно зменшився в 3,2 рази. Сорт Деймос, з його висіванням з обробкою насіння біопрепаратом Оптимайз на фоні хімзахисту дозволили одержати максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,91 та найменшу енергоємність насіння – 5,81 ГДж/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine / Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10. № 5. P. 54–61. https://doi.org/10.15421/2020_206.
2. Peculiarities of reproduction of pinus Nigra arn. in Ukraine / Honcharuk I., Matusyak M., Pansyryeva H., Kupchuk I., Prokopchuk V., Telekalo N. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2021. Vol. 15(64). № 1. P. 33–42. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2022.15.64.1.3>.
3. Деякі параметри господарки цінних ознак сорту сої для умов Лівобережного Лісостепу України / Шевніков М. Я., Галич О. П., Лотиш І. І., Міленко О. Г. *Вісник ПДАА*. 2015. № 3. С. 40–43.
4. Ярошко М. Технологія вирощування сої: фактори врожайності, сівба і використання добрив. *Агроном*. 2013. № 1. С. 130–133.
5. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 74–78.
6. Бабич А. О., Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив гідротермічних умов на прояв основних господарсько цінних ознак у сої в Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 12. С. 15–17.
7. Varietal features of elements of soybean cultivation technology during irrigation. *Scientific horizons* / Ivaniv M., Vozniak V., Marchenko T., Baklanova T., Sydiakina O. 2023. Vol. 26(6). p. 85–96. <https://doi.org/10.48077/sci-hor6.2023.85>
8. Дідора В. Г., Баранов А. І., Ступницька О. С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм висіву та строків посіву в умовах Полісся України. *Вісник СНАУ. Серія «Агрономія і біологія»*. 2013. Вип. 3 (25). С. 138–140.
9. Дерев'янський В. П. Економічне та енергетичне оцінювання технологій вирощування сої. *Хімія. Агрономія. Сервіс*. 2012. № 2. С. 14–17.
10. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.
11. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковихін С. В. Херсон: Гринь Д. С., 2014. 448 с.
12. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: монографія / Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Мальячук М. П. та ін. Херсон: Гринь Д. С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Didur, I., Bakhmat, M., Chynchyk, O., Pansyryeva, H., Telekalo, N., & Tkachuk, O. (2020). Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(5), 54–61. https://doi.org/10.15421/2020_206
2. Honcharuk, I., Matusyak, M., Pansyryeva, H., Kupchuk, I., Prokopchuk, V., & Telekalo, N. (2021). Peculiarities of reproduction of pinus Nigra arn. in Ukraine. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*, 15(64), 33–42. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2022.15.64.1.3>
3. Shevnikov, M.Ya., Galich, O.P., Lotysh, I.I., & Milenko, O.G. (2015). Deiaki parametry hospodarky tsinnykh oznak sortu soi dlia umov Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Some parameters of the management of valuable traits of soybean varieties for the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk PDAA – Bulletin of the Ukrainian Agricultural Academy*, 3, 40–43 [in Ukrainian].
4. Yaroshko, M. (2013). Tekhnolohiia vyroshchuvannia soi: faktory vrozhaivosti, sivba i vykorystannia dobrovy [Soybean cultivation technology: yield factors, sowing and fertilizer use]. *Ahronom – Agronomist*, 1, 130–133 [in Ukrainian].
5. Kalenska, S.M., Novitska, N.V., & Andriets, D.V. (2011). Produktivnist iak intehralnyi pokaznyk zastosuvannia tekhnolohichnykh pryimiv vyroshchuvannia soi na chornozemakh typovykh [Productivity as an integral indicator of the application of technological methods of soybean cultivation on typical chernozems]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 69, 74–78 [in Ukrainian].
6. Babych, A.O., Petrychenko, V.F., & Ivanyuk, S.V. (1997). Vplyv hidrotermichnykh umov na proiav osnovnykh hospodarsko tsinnykh oznak u soi v Lisostepu Ukrainy [The influence of hydrothermal conditions on the manifestation of the main economically valuable traits in soybean in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 12, 15–17 [in Ukrainian].
7. Ivaniv, M., Vozniak, V., Marchenko, T., Baklanova, T., & Sydiakina, O. (2023). Varietal features of elements of soybean cultivation technology during irrigation. *Scientific horizons*, 26(6), 85–96. <https://doi.org/10.48077/sci-hor6.2023.85>
8. Didora, V.G., Baranov, A.I., & Stupnitska, O.S. (2013). Formuvannia fotosyntetichnoho aparatu soi zalezno vid norm vysivu ta strokiv posivu v umovakh Polissia Ukrainy [Formation of the photosynthetic apparatus of

- soybean depending on the sowing rates and sowing dates in the conditions of Polissya of Ukraine]. *Visnyk SNAU. Seriya «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of the SNAU. Series «Agronomy and Biology»*, 3(25), 138–140 [in Ukrainian].
9. Derevyansky, V.P. (2012). Ekonomichne ta enerhetychne otsiniuvannia tekhnolohii vyroshchuvannia soi [Economic and energy evaluation of soybean growing technologies]. *Khimii. Ahronomiia. Servis – Chemistry. Agronomy. Service*, 2, 14–17 [in Ukrainian].
 10. Medvedovskyi, O.K., & Ivanenko, P.I. (1988). *Enerhetychnyi analiz intensyvnykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]*. Kyiv: Urozhai, 206 [in Ukrainian].
 11. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [Field experiment methodology (Irrigated agriculture)]*. Kherson: Grin D.S., 448 [in Ukrainian].
 12. Vozhehova, R.A., Lavrynenko, Y.O., & Malyarchuk, M.P. et al. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methodology of field and laboratory research on irrigated lands]*. Kherson: Grin D.S., 286 [in Ukrainian].

Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О.
Енергетичний аналіз технології вирощування сортів сої залежно від елементів агротехнології за умов зрошення

В статті наведено результати досліджень з енергетичного аналізу технології вирощування сортів сої залежно від елементів агротехнології за умов зрошення. **Мета досліджень** – провести енергетичний аналіз розроблених елементів агротехніки вирощування сортів сої. **Методи.** Дослідження першого досліду проводили протягом 2013–2015 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – строк сівби, С – система захисту рослин). Дослідження другого досліду проводили протягом 2017–2019 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН України (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Трифакторний дослід (фактор А – сорт, В – інокулянт, С – система захисту рослин). **Результати досліджень.** Енергетичний аналіз показників польового досліду з сортами сої показав істотні відмінності у величині надходження енергії за всіма досліджуваними факторами та їх варіантами. Серед сортового складу перевагу мав сорт Святогор, який сформував найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,95 та мав найменшу енергоємність продукції – 5,77 ГДж/га. Також доведено, що рання сівби (перший строк – 20 квітня) негативно позначається на показниках енергетичної ефективності, що можна пояснити теплолюбністю досліджуваної культури. Встановлено, що захист рослин мав позитивний вплив на величину енергетичної ефективності. У досліді з вивчення продуктивності сортів сої залежно від впливу інокулянтів та захисту рослин доведено, що з енергетичної точки зору найкращим виявився варіант з сортом Деймос, який висівали з обробкою насіння перед сівбою препаратом Оптимайз та формували хімічну систему захисту рослин. Надходження енергії у першому досліді

було найбільшим на сорті Святогор за сівби 20 травня та за хімзахисту – 73,2 ГДж/га, що було більше на 34,6% за контрольний варіант на сорті Діона. Витрати енергії слабо змінювались у межах від 23,0 до 24,0 ГДж/га, або на лише на 4,3%. **Висновки.** Приріст енергії та коефіцієнт енергетичної ефективності був максимальним на сорті Святогор за 20 травня та при біо- та хімзахисту. Сорт Діона за сівби 20 квітня мав найменші показники коефіцієнту енергетичної ефективності – 2,36, а також найвищу енергоємність – 7,10 ГДж/т. В другому польовому досліді перевищення показників надходження енергії понад 60 ГДж/га спостерігалось на сорті Деймос за використання інокулянтів Нітрофікс та Оптимайз на фоні біологічного та хімічного захисту рослин. У варіанті з сортом Деймос, інокуляції Оптимайзом та за хімічного захисту рослин приріст енергії збільшився до 43,1 ГДж/га, а на сорті Фаєтон без інокуляції та без захисту рослин – він істотно зменшився в 3,2 рази. Сорт Деймос, з сівби з обробкою насіння біопрепаратом Оптимайз на фоні хімзахисту дозволили одержати максимальний коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,91 та найменшу енергоємність насіння – 5,81 ГДж/т.

Ключові слова: соя, сорт, система захисту, урожайність, технологія вирощування, коефіцієнт енергетичної ефективності, коефіцієнт енергоємності.

Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O.
Energy analysis of the technology of growing soybean varieties depending on the elements of agricultural technology under irrigation conditions

The article presents the results of research on the energy analysis of the technology of growing soybean varieties depending on the elements of agricultural technology under irrigation conditions. **The purpose** of the research is to conduct an energy analysis of the developed elements of agricultural technology for growing soybean varieties. **Methods.** The first experiment was conducted during 2013–2015 at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine (now the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS). Three-factor experiment (factor A – variety, B – sowing date, C – plant protection system). The second experiment was conducted during 2017–2019 at the experimental field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS of Ukraine (now the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS). Three-factor experiment (factor A – variety, B – inoculant, C – plant protection system). **Research results.** Energy analysis of the indicators of the field experiment with soybean varieties showed significant differences in the amount of energy input for all studied factors and their variants. Among the varietal composition, the Svyatogor variety had the advantage, which formed the highest energy efficiency coefficient – 2.95 and had the lowest energy intensity of production – 5.77 GJ/ha. It was also proven that early sowing (first term – April 20) negatively affects energy efficiency indicators, which can be explained by the thermophilicity of the studied crop. It was established that plant protection had a positive effect on the amount of energy efficiency. In an experiment to study the productivity of soybean varieties depending on the influence of inoculants and plant protection, it was proven that from an energy point of view, the best option was the variant with the Deimos variety, which was sown with seed treatment before sowing with the Optimize preparation and formed a chemical plant protection system. Energy intake in the first experiment was the highest on the Svyatogor

variety when sown on May 20 and under chemical protection – 73.2 GJ/ha, which was 34.6% more than the control variant on the Diona variety. Energy expenditure varied slightly in the range from 23.0 to 24.0 GJ/ha, or by only 4.3%. **Conclusions.** The energy gain and energy efficiency coefficient were maximum on the Svyatogor variety on May 20 and with bio- and chemical protection. The Diona variety when sown on April 20 had the lowest energy efficiency coefficient – 2.36, as well as the highest energy intensity – 7.10 GJ/t. In the second field experiment, the excess of energy intake indicators of more than 60 GJ/ha was observed on the Deimos variety when using the inoculants Nitrofix and Optimize against the background of

biological and chemical plant protection. In the variant with the Deimos variety, inoculation with Optimize and with chemical plant protection, the energy gain increased to 43.1 GJ/ha, and on the Phaeton variety without inoculation and without plant protection – it significantly decreased by 3.2 times. The Deimos variety, from sowing with seed treatment with the biological preparation Optimize on the background of chemical protection, allowed obtaining the maximum energy efficiency coefficient – 2.91 and the lowest energy intensity of seeds – 5.81 GJ/t.

Key words: soy bean, variety, protection system, yield, cultivation technology, energy efficiency coefficient, energy intensity coefficient.

CHEMICAL CHARACTERIZATION, NEURODEGENERATIVE AND ANTIOXIDANT POTENTIALS OF TWO DIFFERENT HAWTHORN (*CRATAEGUS* SPECIES) FRUITS FROM AZERBAIJAN

GULIYEVA L. – PhD

orcid.org/0000-0002-3951-9083

Azerbaijan State Agricultural University

YILDIRIM Y. – PhD

orcid.org/0000-0002-3014-4510

Ege University, Türkiye

ABBASOVA T. – PhD

orcid.org/0000-0003-3455-0652

Azerbaijan State Agricultural University

İNCE İ. – PhD

orcid.org/0000-0003-3045-6482

Ege University

GÜMÜŞTAŞ B. – Lecturer

orcid.org/0000-0002-3640-925X

Ege University

CUMAOĞLU A. – PhD

orcid.org/0000-0002-3997-7746

Erciyes University

YARARBAŞ G. – PhD

orcid.org/0000-0002-2993-5577

Ege University

BÖKE SARIKAHYA N. – PhD

orcid.org/0000-0002-8200-8561

Ege University

Introduction. Hawthorn is the common name of the *Crataegus* species in the *Rosaceae* family, and there are more than 1000 species in Asia, Europe, and North America, especially in the Northern hemisphere. The scientific name of hawthorn comes from the Greek word “kràtaigos” which means “strength and robustness” due to its hard and durable wood. The history of research and use of hawthorn goes back to ancient times. Even in the works of the ancient Greek philosopher Theophrastus (372-287 BC), hawthorns are described as medicinal and food plants. Today, hawthorn fruits, which are widely used as food and medicinal materials, are consumed fresh or processed in daily life in jams, jellies, soft drinks, confectionery and preserves [5, p. 5-26]. Many beneficial properties have also been attributed to hawthorn, including anticancer, antioxidant, anti-inflammatory [2, p. 315-324], atherosclerosis [11, p. 211-223], anti-diabetic, antihypertensive, effects and treatment of cardiovascular diseases. The pharmacological and therapeutic properties of hawthorn fruits are related to the quantity and quality of biologically active substances in their composition. The chemical composition of hawthorn fruits and flowers has been studied by many scientists. It has been reported that hawthorn contains many bioactive molecules, including phenolic acids, terpenoids, lignans, steroids, flavonoids, anthocyanins and sugars [4, p. 66-69; 5, p. 5-26].

Recent research shows that especially phenolic compounds are the main group of biologically active components in hawthorn [12, p. 67-71]. In the literature, there are many studies reporting that the hawthorn plant is rich in

phenolics and that there is a linear relationship between the liberation of total phenols and total flavonoids and the inactivation of free radicals. They stated that the antioxidant capacity differs from the regions where the hawthorn plant is grown, from the parts of the fruit such as the peel, fruit or pulp from which it is extracted, and especially according to the different extraction methods and solvent systems used. Hakima et al. investigated the antioxidant effect of the hawthorn plant (*Crataegus monogyna*) collected from the Middle Atlas Mountains of Morocco as a potential source of new bioactive natural compounds. In this study, flowers, leaves, ripe and unripe fruits were analyzed by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH) free radical capture method. They suggested that the antioxidant activity showed a significant correlation with the total polyphenol content and that *C. monogyna* extracts exhibited significant antioxidant activity and thus it could offer great potential as a natural source of antioxidants [7, p. 30-35].

There are several of medicinally active phytochemicals that have been isolated from hawthorn with most of the data generated in studies of those species that are native to Europe and Asia. Comparatively little is known about the Azerbaijan *Crataegus* species. With this in mind, the aim of this paper is to provide a comprehensive review of the chemical content and biological potency of Azerbaijan hawthorns. In this study, the fruit samples from the branches of two different hawthorn tree (*C. pentagyna* and *C. caucasica*), from Azerbaijan were performed for their antioxidant activity by DPPH along with total flavonoid, sugar content

and fatty acid components were achieved by UV-Visible spectrophotometer, HPLC-RID and GC-FID, respectively. The capacity of hawthorn extracts to reduce H_2O_2 toxicity on SH-SY5Y cells at non-toxic concentrations was examined using the cell viability test. The determination of color index of the extracts was also examined by Lovibond Tintometer.

Material and methods. Quercetin, acetic acid and DPPH were obtained from the Sigma. Fructose, glucose, sucrose and aluminum chloride were purchased from Merck. Sorbitol used was of Phytoteclab. Methanol and ethanol were supplied from Supelco. Deionized water was generated using a Milli-Q Water Purification System. All other reagents used in this study were analytical grade.

Plant Materials

Two different fruit samples, hawthorns which exudate from the stem of the tree *Crataegus pentagyna* Waldst. do Kit. ex Willd. and *Crataegus caucasica* C. Koch. (Fig. 1) were collected from 1238 m altitude, northern part of the Lesser Caucasus, Goy-gol district (the borders of the Republic of Azerbaijan, N 40026'229", E 046020'312") in October 2022 between 11⁰⁰-12⁰⁰ hours in the phase of biological maturity. The plant was identified by T.A. Kasumova and then was archived at Azerbaijan National Academy of Sciences Institute Botany Herbarium Foundation with the number *C. pentagyna* 91359, *C. caucasica* 91286. The fruits were harvested by hand and dried at room temperature, kept away sunlight.

Preparation of Extracts

After collecting all fruits from two different hawthorn trees (*Crataegus pentagyna* and *Crataegus caucasica*), they were grinded in laboratory grinder separately. The grinded fruits (100 g) were extracted using *n*-hexane, ethanol, acetone, and ethyl acetate by Soxhlet apparatus for 6 hours. The solvent was removed with a rotary vacuum evaporator at 40°C. All extracts were kept on dark at +4°C until LC-MS, GC-FID analysis, and biological activity studies [10, p. 116-123].

Determination of color index of the extracts

Color determination analysis was done by Lovibond Tintometer (PFX880). This instrument incorporates calibrated color standards for the particular scale of interest and is operated as a stand-alone instrument. The dried 50-100 mg of each extract was dissolved in their solvent in a 5 mL volumetric flask. The flask was kept in an ultrasonic bath mixed and warmly heated until a clear solution was

obtained. Then, the solution was filtered through a 0.45 µm Millipore Millex-HV filter and was placed in the tube of the instrument. The samples were kept at +4°C until the analysis [13, p. 733-736].

GC-FID Analysis

Methyl esters of fatty acids were analyzed with an Agilent 6890 GC-FID combined system using Agilent HP-88 capillary column (100 m x 0.25 mm ID x 0.2 µm COI/T.20/Doc. No 33) for olive oils method was used for fatty acid methyl esters (FAME) determination. A thirty-seven (37) component mixture of FAME (Supelco) has been chosen as the standard for retention time to identify the fatty acids. 5 mg of each extract were mixed with 2ml 2M potassium hydroxide in methanol and vortexed. 2 ml of isooctane was added on the mixture and vortexed again. Then the samples were centrifuged at 3000 rpm for 4 min. Approximately 1 mL of the supernatant was vialled and injected 1 µL of sample into the GC-FID system. The temperature program was as follows; the oven temperature is held at 120°C for 1 min and then increased to 240°C at a rate of 4°C/min and held for 5 min. Injection and detector temperatures were 250°C and 260°C, respectively. Area ratio which is under the relevant peak was used for the quantitative analysis. Split ratio was 1:100. Helium was used as carrier gas at constant flow rate (1mL/min) [10, p. 116-123].

Total Flavonoid Content

The total flavonoid content method was created by modifying two different methods [6, p. 1-10]. 5 mL of 5% acetic acid and 0.25 mL of 2% aluminum chloride were added to 5 ml of diluted extract, respectively. After shaking for 30 sec, it was kept in the dark for 30 min. After this period, measurements were made at 425 nm against methanol blank in Shimadzu UV-2600 spectrophotometer. 5 mg of quercetin was weighed and dissolved in ethanol. Standard solutions (10, 25, 50, 100 and 200 µg/mL) were diluted from the stock solution. The sample preparation procedure was also applied to the standards.

Antioxidant Activity (DPPH• radical scavenging capacity)

The DPPH radical scavenging capacity was measured by using the method of Liu et al. [15, p. 76-85]. DPPH solution (0.1 mg/mL) dissolved in methanol was added to 0.5 mL of diluted extract sample. The solution was mixed by vortex. It was incubated at room temperature for 30 minutes. Absorbance of the solution was measured at 517 nm.



Fig. 1. *Crataegus caucasica* and *Crataegus pentagyna*, respectively

Determining of Carbohydrate Components

0.1 gram of the dried and grinded hawthorn fruit sample was weighed into the polypropylene tube for each species. 4 mL of water was added and mixed with vortex for 2 minutes, 1 ml of methanol was added and mixed again. It was centrifuged at 3000 g for 5 min. It was filtered into a vial and injected into the HPLC-RID. The HPLC system used was an Agilent 1100 series, consisting of a degasser (G1379A), isocratic pump (G1310A), autosampler (G1313A), column oven (G1316A) and refractive index detector (G1362A). Chromatographic separation was conducted using a Nova Gel Ca2+ 300 mm × 7.8, 9 µm column with a flow rate of 1 mL/min and injection volume of 20 µL. The column temperature was set at 30 °C. HPLC grade water was used as mobile phase.

Cell culture

In a 75 cm² culture flask at 37°C with a 5% CO₂ humidified environment, SH-SY5Y (Human Neuroblastoma) cells were cultured using DMEM supplemented with 10% heat-inactivated FBS and 0.1% penicillin/streptomycin. The medium was replaced every 2-3 days, and cells were sub-cultured once they achieved 80-90% confluency. After the digestion process with 0.25% trypsin, cells were collected by centrifugation at 1000 rpm for five minutes before being resuspended in fresh medium. Cells were placed in adequate test plates, and they grew there overnight. Adherent cells were employed for additional investigation.

MTT assay

The MTT reduction test was used to analyze cytotoxicity. SH-SY5Y cells were seeded at a density of 1.5x10³ cells/well in 96-well plates with 2% FBS medium for the MTT test. H₂O₂ was incubated for 24 hours either by alone or in combination with the extract. At the end of incubation time the cells were treated with MTT (0.5 mg/mL) for an additional 2–3 hours. The medium in each well was removed out and DMSO was added to dissolve the purple formazan crystals, and then each well's solution's absorbance was assessed using a microplate reader at 570 nm.

Measurement of Intracellular ROS using H₂DCF-DA assay

Intracellular ROS generation was measured using H₂DCF-DA reagent. To determine the concentration at which H₂O₂ increased intracellular ROS production, cells were first exposed to H₂O₂ at various concentrations (0-1000 µM) for 1 hour. To evaluate the ROS scavenging ability of the extract, 500 µM H₂O₂ was applied to the cells in the presence of various concentrations of the extract for 1 hour. Cells were then treated for 30 minutes in the dark with H₂DCF-DA reagent (25 M) in DMEM (without phenol red). Fluorescence spectroscopy, which uses 485 nm and 535 nm for excitation and emission, respectively is used to measure changes in fluorescence intensity.

Results and discussions. In this study, the fruit samples from the branches of two different hawthorn tree (*C. pentagyna* and *C. caucasica*) from Azerbaijan were performed for the toxicity of H₂O₂ on SH-SY5Y cells and antioxidant activities using a cell viability assay and DPPH along with total flavonoid content, carbohydrate components and fatty acid composition of *n*-hexane extract were achieved by UV-Visible spectrophotometer, HPLC-RID and GC-FID, respectively.

The fatty acid composition of the *n*-hexane extracts of fruits from *Crataegus pentagyna* and *Crataegus caucasica* species was investigated using GC-FID technique, for the first time. According to the results, the oil yields of the studied *C. pentagyna* and *C. caucasica* species were detected as 1.55% and 0.56% on the basis on dry weight of the plant materials, respectively. In total, 28 different fatty acid components were identified ranging their carbon numbers from C8 to C22. The total fatty acid percentages of the *n*-hexane extracts varied from 87.19% to 88.71% (Table 1).

The highest total fatty acid amount was detected in *C. caucasica* (88.71%, saturated and unsaturated). It can be seen clearly that a high amount of essential fatty acids (EFAs) was detected for two *Crataegus* species with a clear predominance of oleic and linoleic acids. Linoleic acid (LA) was the most abundant fatty acid as 47.00% and 49.95% for *C. pentagyna* and *C. caucasica* species, respectively. Another dominant fatty acid was oleic acid detected as 27.50% and 21.80% for *C. pentagyna* and *C. caucasica* species, respectively. Two hawthorn extracts contained also significant portions of *cis*-11,14-eicosadienoic acid and palmitic acid which varied between 10.13-14.20% and 4.71-6.76%, respectively. Linoleic acid (LA) and alpha linolenic acid (ALA) which are defined "essential" fatty acids since they are not synthesized in the human body and are mostly obtained from the diet, belong to the n-6 (omega-6) and n-3 (omega-3) series of polyunsaturated fatty acids (PUFA), respectively. The long chain omega-3 (n3) PUFAs are known for their beneficial health effects mainly with regard to cardiovascular and cognitive health.

Clinical studies have established that the n-6 fatty acid, linoleic acid (LA), and the n-3 fatty acid, linolenic acid (LNA) protect against coronary heart disease. When the fatty acid components of other fruits in the literature were examined, it was seen that the linoleic and oleic acid percentages in many of them are much lower than the hawthorn species. For example, oleic and linoleic acids amount in berries species were found in the range of 1.63-21.57%, 9.15-54.05%, respectively. These results show that hawthorn fruits harvested from Azerbaijan is higher than many fruit in terms of essential fatty acid content.

The ethanol, acetone, and ethyl acetate extracts of two different Azerbaijan hawthorns (*C. pentagyna* and *C. caucasica*) were investigated by means of total flavonoid, carbohydrate contents (dry fruit) and antioxidant activity by UV-Visible spectrophotometer, HPLC-RID and DPPH method, respectively. The results of the experiments are shown in Tables 2 and 3. The total flavonoid content in the two hawthorn fruit extracts was found as between 4.21-5.84 mg QUE/g. When the total flavonoid amounts of both species are compared, although there are approximately close results, it has been observed that the flavonoid content of the *C. pentagyna* species is slightly higher.

The carbohydrate contents of the dried Azerbaijan hawthorn fruit were measured in the range of 15.4 to 17.8 g/100 g fruit. The carbohydrate results in Table 3 show that sorbitol is present in high amounts in both species, while glucose and fructose are present in lower amounts. Filip et al. determined the amounts of glucose, fructose, sucrose and sorbitol in the leaves and fruits of apples in 2016. As

Table 1

Fatty acid composition (%) of two *Crataegus* species by GC-FID

R _T	Name (in symbols)	Fatty acids	<i>C. pentagyna</i>	<i>C. caucasica</i>
5.83	C8:0	Caprylic acid	0.04	0.14
7.05	C10:0	Capric acid	0.05	-
7.94	C12:0	Lauric acid	0.11	0.23
8.80	C13:0	Tridecanoic acid	0.03	-
9.74	C14:0	Myristic acid	0.10	0.17
11.15	C15:0	Pentadecanoic acid	0.04	0.12
12.18	C16:0	Palmitic acid	6.76	4.71
13.22	<i>cis</i> C16:1w	Palmitoleic acid	0.41	0.18
13.82	C17:0	Heptadecanoic A.	0.07	0.10
15.08	<i>cis</i> C17:1w	<i>cis</i> -10-heptadecanoic acid	0.07	0.06
15.90	C18:0	Stearic acid	1.65	1.52
16.90	<i>trans</i> C18:1w	Elaidic acid	0.03	0.04
17.25	<i>cis</i> C18:1 w	Oleic acid	27.50	21.80
18.77	all <i>trans</i> C18:2 w	Linolelaidic acid	0.02	0.03
19.17	all <i>cis</i> C18:2 w	Linoleic acid (LA)	47.00	49.95
20.35	C20:0	Arachidic acid	1.22	1.25
21.20	all <i>cis</i> C18:3 w	Alpha-linolenic acid (ALA)	1.01	0.92
21.32	<i>cis</i> C20:1 w	<i>cis</i> -11-eicosenoic acid	0.67	0.99
22.34	C21:0	Heneicosanoic acid	0.09	0.14
23.11	all <i>cis</i> C20:2 w	<i>cis</i> -11,14-eicosadienoic acid	10.13	14.20
23.95	C22:0	Behenic acid	0.75	1.03
24.67	all <i>cis</i> C20:3 ω 6	<i>cis</i> -8,11,14-eicosatrienoic acid	0.11	0.17
25.71	all <i>cis</i> C20:3 ω 3	<i>cis</i> -11,14,17-eicosatrienoic acid	0.14	0.30
26.59	C23:0	Tricosanoic acid	0.70	0.61
27.33	all <i>cis</i> C22:2 ω 6	<i>cis</i> -13,16-docosadienoic acid	0.09	0.13
27.71	C24:0	Lignoceric acid	0.83	1.05
30.58	<i>cis</i> C24:1w	Nervonic acid	0.06	0.04
31.44	all <i>cis</i> C22:6 ω 3	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid	0.36	0.08
		Total saturated fatty acid %	12.85	11.25
		Total unsaturated fatty acid %	87.19	88.71

a result of their study with apple, which is one of the most consumed fruits in the world, glucose, fructose, and sorbitol amounts were compared with our results obtained from two different hawthorn species of Azerbaijan, the carbohydrate content of the hawthorn fruit of Azerbaijan was found to be higher. The results of the antioxidant content of hawthorn extracts were found in the range of 54-72% DPPH scavenging activities. When the results in Table 2 are examined, it is seen that the antioxidant capacity of the *C. pentagyna* species are higher than the *C. caucasica* species. While the % DPPH radical scavenging activity (0.5 mg /mL) values were maximum $72.40\% \pm 2.74$ in *C. pentagyna* species, it reached a maximum value of $61.78\% \pm 0.50$ in *C. caucasica* species.

According to our literature review, *in vitro* antioxidant properties of water and ethanol extracts of leaves, flowers

and ripe hawthorn fruits based on DPPH, ABTS, superoxide radical capture, reducing power and metal chelating activity were determined by Keser et al. It was observed that aqueous and ethanol extracts of *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* fruits showed the highest activity in reducing power and metal chelating activity experiments. In addition, it was determined that the aqueous flower extract showed higher flavonoid content than the aqueous leaf extract. They attributed the antioxidant and pharmacological effects of the hawthorn plant to its polyphenolic content [8, p. 51-55]. Our study results also showed that antioxidant activity showed a significant correlation with the total flavonoid content in parallel with the studies in the literature, and the extracts of two hawthorn fruits exhibited significant antioxidant activity and therefore could offer great potential as a natural antioxidant source.

Table 2

Total flavonoid content and % DPPH radical scavenging activity of two *Crataegus* species

Plants	Extracts	mg QUE/g dry weight fruit	% DPPH radical scavenging activity (0.5 mg/mL)
<i>C. pentagyna</i>	Ethanol	5.54 ± 0.51	72.40 ± 2.74
	Acetone	5.23 ± 0.56	66.26 ± 2.28
	Ethyl acetate	5.84 ± 0.71	70.47 ± 3.14
<i>C. caucasica</i>	Ethanol	4.37 ± 0.38	54.54 ± 0.50
	Acetone	4.21 ± 0.43	58.37 ± 1.94
	Ethyl acetate	4.62 ± 0.29	61.78 ± 0.50

Table 3

Carbohydrate content of two *Crataegus* species (g/100 g fruit)

Plants	Glucose	Fructose	Sorbitol	Total
<i>C. caucasica</i>	3.32 ± 0.47	5.92 ± 1.01	6.12 ± 0.86	15.36 ±
<i>C. pentagyna</i>	4.34 ± 0.61	6.27 ± 1.07	7.19 ± 1.08	17.80 ±

Table 4

Color determination of two *Crataegus* species by Lovibond Tintometer

Plants	Extracts	Red	Yellow	Blue
<i>C. pentagyna</i>	ethanol	3.0	1.3	0.0
	acetone	1.3	2.6	2.4
	<i>n</i> -hexane	1.7	3.7	2.9
	ethyl acetate	2.0	14	0.0
<i>C. caucasica</i>	ethanol	2.0	2.3	0
	acetone	1.7	3.3	2.9
	<i>n</i> -hexane	1.9	4.1	2.9
	ethyl acetate	2.3	35.0	0

One of the important chemical characteristics used to describe commercial hawthorn fruit is its color. As we have seen in some studies in the literature, the color of dried and fresh hawthorn is an important factor for consumers in the food industry. It is known that the maturity of hawthorn fruit is classified according to the degree of color [3, p. 449-456]. The color index is also a significant indicator of biological activity and phenolic content. However, as far as we know, there is no method in the literature to define the color index of hawthorn fruit extracts. In addition, no study was found on the comparison of color indexes, chemical contents, and biological activities of hawthorn extracts. Thus, in this study the determination of color index of the extracts was investigated by Lovibond Tintometer (Table 4).

The Tintometer is a subtractive colorimeter, using red, blue and yellow color indexes. In our study red, blue and yellow glass standards in Lovibond Tintometer were used for color detection of 2 different *Crataegus* species. The units of red, blue and yellow varied from 1.3-3.0, 0-2.9 and 1.3-35 units indicating a color change, respectively. The highest color index for yellow color is seen as 35.0 in the ethyl acetate extract of *C. caucasica*. It is seen that antioxidant activity capacity and total flavonoid extract amount are in parallel with this result. This extract of hawthorn, which has the highest yellow index, also has the highest DPPH antioxidant capacity and total flavonoid content.

The effects of *Crataegus caucasica* and *Crataegus pentagyna* extracts on the viability of SHSY5Y cells were examined. For this purpose, cells were treated with a series concentration of extract (0, 12.5, 25, 30, 100, 200 mg/mL) for 24 h. obtained results are summarized in Fig. 2.

The ability of the extracts of hawthorn fruits to reduce the toxicity of H₂O₂ on SH-SY5Y cells at non-toxic concentrations was examined using a cell viability assay. First, we investigated how varied H₂O₂ and extract concentrations affected the viability of cells (Fig. 3) shows the findings of the cell viability percentage following treatment with various concentration of H₂O₂ and extract.

At concentrations of 50 µM and higher, H₂O₂ dramatically decreased the viability of SH-SY5Y cells. While up to a concentration of 50 µg/ml, ethanol and acetone extracts of *Crataegus caucasica* showed no evidence of cytotoxicity, ethyl acetate extract of *Crataegus caucasica* didn't exhibit cytotoxicity up to a concentration 25 µg/ml. In the studies carried out on ethanol, acetone and ethyl acetate extracts of *C. pentagyna*, showed no evidence of cytotoxicity up to a concentration of 100, 100 and 50 µg/ml, respectively. As a result, non-toxic indicated concentrations were chosen to evaluate the protective effect of hawthorn extracts. The treatment with extract of hawthorn at the presence of 200 µM H₂O₂ significantly inhibited in a concentration-dependent manner the cytotoxicity induced by H₂O₂ in SH-SY5Y cells (Fig. 3) The next step was to test ROS (reactive oxygen species)

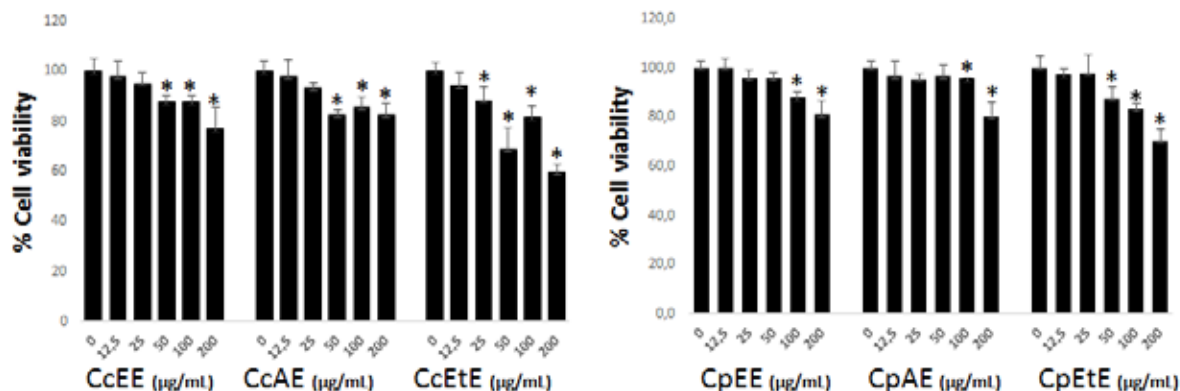


Fig. 2. The effects of *Crataegus caucasia* and *Crataegus pentagyna* extracts on the viability of SHSY5Y cells. Cells were treated with a series concentration of extract for 24 h

Data are expressed as mean $\pm$ SD of five independent experiments ($n = 5$).

CcEtE: *C. caucasia* ethyl acetate extract, CcEE: *C. caucasia* ethanol extract, CcAE: *C. caucasia* acetone extract, CpEtE: *C. pentagyna* ethyl acetate extract, CpEE: *C. pentagyna* ethanol extract, CpAE: *C. pentagyna* acetone extract. * $p < 0.05$ vs. Control cell.

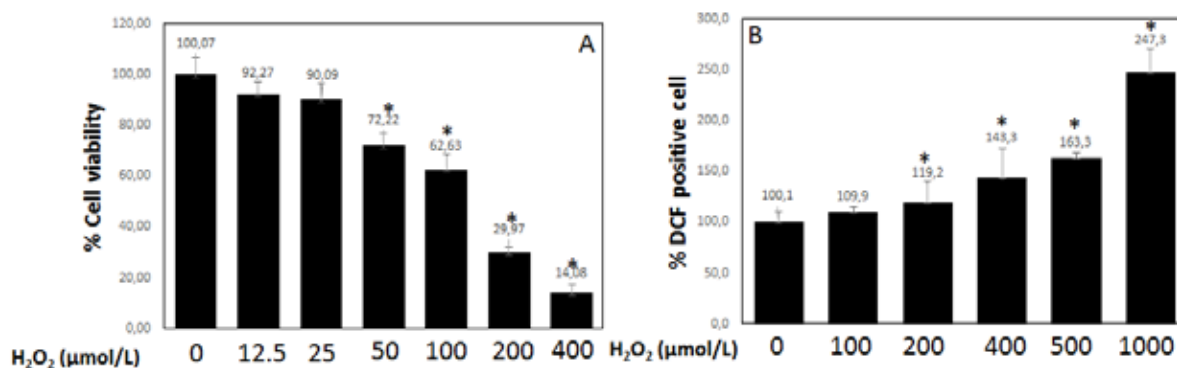


Fig. 3. (A) The effects of H₂O₂ on the viability of SH-SY5Y cells. Cells were treated with indicated concentration of H₂O₂ for 24h. (B) The effects of H₂O₂ on ROS production in SHSY5Y cells

Cells were treated with indicated concentration of H₂O₂ for 1h. Data are expressed as mean $\pm$ SD of five independent experiments ($n = 5$). * $p < 0.05$ vs. Control cell.

production in cells using the H₂DCFDA (2',7'-dichlorodihydrofluorescein diacetate) reagent, a fluorescent dye that shows ROS, to see if hawthorn extracts could alleviate the oxidative stress caused by H₂O₂-induced ROS production. As seen in Fig. 4, cells treated with H₂O₂ (0-1000 µM) significantly increased the intensity of the DCF-released fluorescent signal in a dose-dependent manner, and the signal was markedly reduced in the presence of hawthorn extracts. In the presence of hawthorn extracts and H₂O₂ (500 µM) in the medium, DCF-liberated fluorescent signal decreased with varying extract concentration, suggesting the H₂O₂ scavenging effect of the extract (Fig. 5).

The hallmark of neurodegenerative disorders such as Alzheimer's disease (AD), Parkinson's disease (PD) and amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is oxidative stress-induced progressive cell death in particular vulnerable neuronal cells, which is often linked to cytoplasmic protein aggregation in neurons. Natural products especially fruits have long been employed as traditional medicines for the treatment of neurodegenerative disorders due to their

high antioxidant content. The protective properties of phenolic, flavonoid compounds obtained from natural products against neuronal cell damage caused by oxidative stress have been shown in several research over the past several decades [1, p. 81-90].

In another study, Culum et al. investigated the qualitative and quantitative determination of phenolic compounds in three *Crataegus* species growing in Bosnia region. They found that there are gallic acid 0.001-0.082 mg/g dry weight (DW), chlorogenic acid 0.19-8.70 mg/g DW and rutin 0.03-13.49 mg/g DW in the extracts. Two flavonoids, vitexin and hyperoside, commonly found in chemotaxonomic studies of *Crataegus* species, were not detected in the studied extracts. As a result, they reported that the content of phenolic compounds in three different *Crataegus* extracts grown in Bosnia is quite high and can serve as a good source of bioactive compounds for medicinal purposes and food, and there are significant differences in the content of rutin, gallic acid and chlorogenic acid within and between species. Tohtahon et al. investigated the bioactivity of

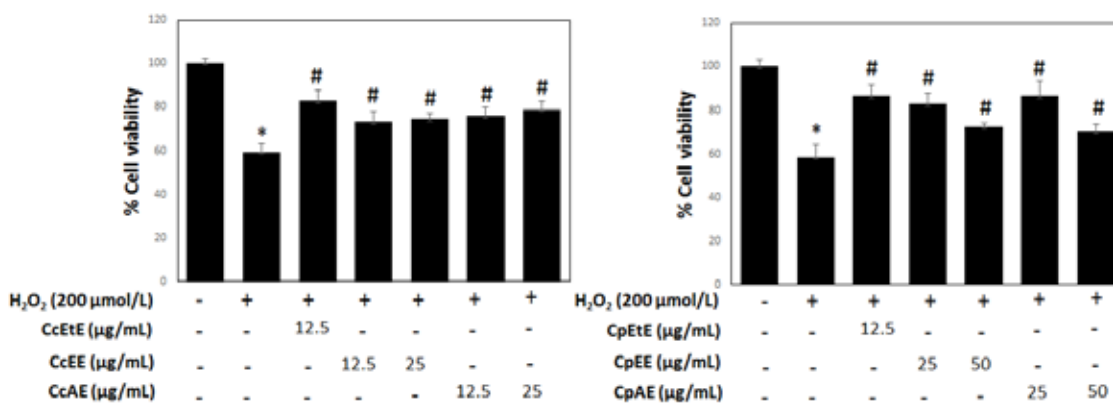


Fig. 4. Protective effects of *Crataegus caucasia* and *Crataegus pentagyna* extracts on SHSY5Y cells against H₂O₂-induced cell death

Cells were treated with extract (12.5, 25 and 50 μg/mL) in the presence of 200 μM H₂O₂ for 24 h. Data are expressed as mean ± SD of five independent experiments (n = 5). CcEtE: *C. caucasia* ethyl acetate extract, CcEE: *C. caucasia* ethanol extract, CcAE: *C. caucasia* acetone extract, CpEtE: *C. pentagyna* ethyl acetate extract, CpEE: *C. pentagyna* ethanol extract, CpAE: *C. pentagyna* acetone extract. *p < 0.05 vs. Control cell, #p < 0.05 vs. only H₂O₂ treated cell.

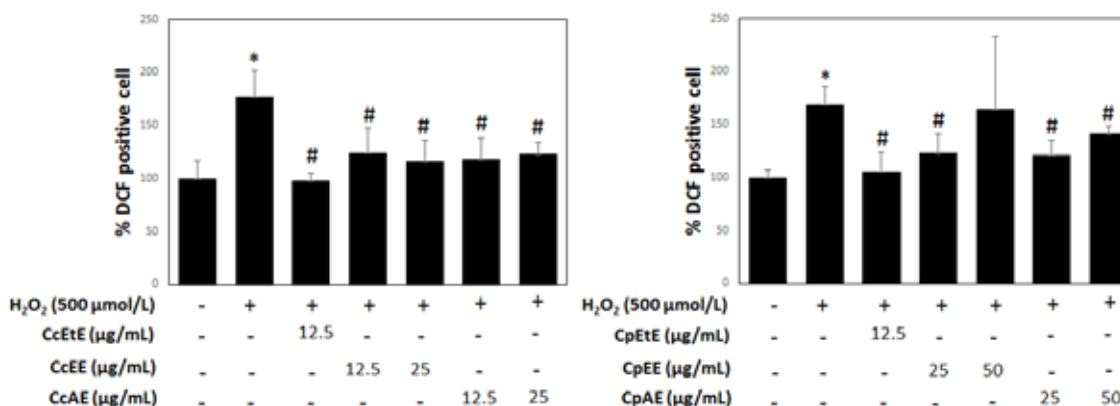


Fig. 5. Effects of *C. caucasia* and *C. pentagyna* extracts on intracellular ROS production

Cells were treated with extract (12.5, 25 and 50 μg/mL) in the presence of 500 μM H₂O₂ for 1 h. Data are expressed as mean ± SD of four independent experiments (n = 5). CcEtE: *C. caucasia* ethyl acetate extract, CcEE: *C. caucasia* ethanol extract, CcAE: *C. caucasia* acetone extract, CpEtE: *C. pentagyna* ethyl acetate extract, CpEE: *C. pentagyna* ethanol extract, CpAE: *C. pentagyna* acetone extract. *p < 0.05 vs. Control cell, #p < 0.05 vs. only H₂O₂ treated cell.

triterpenoids from *Crataegus cuneata*. Triterpenoids are also a class of major compounds with broad biological activities in hawthorn species. The isolation and identification of six different triterpenoids (ursolic acid, maslic acid, corsolic acid, pomolic acid, eucaphic acid and 2a, 19a-dihydroxy-3-oxours-12-en-28 oic acid) were examined from *C. cuneata* fruit extracts enriched in triterpenoids. In addition, pomolic and eucaphic acids were found for the first time in the genus *Crataegus*. As a result of biological evaluation, they revealed that all isolated triterpenoids and triterpenoid-enriched *C. cuneata* fruits extracts showed significant xanthine oxidase and tyrosinase inhibitory activities, while some isolates showed significant acetylcholinesterase inhibitory activities [14, p. 1-9].

Hawthorn berries are a rich source of flavonoids compared to other fruits. Rosario et al. recorded in their study with 20 different genotypes of hawthorn fruit that

hawthorn fruit contains higher phenolic compounds compared to other fruits such as lychee, peach, and strawberry [9, p. 1298-1304]. The results of this study clearly exhibited that the extract obtained from Azerbaijani *Crataegus* species utilized an antioxidant activity and neuroprotective effect against H₂O₂-induced cell death and ROS production in SH-SY5Y cells. Although, the cytotoxicity of *Crataegus caucasia* species was higher than that of *Crataegus pentagyna* species, their antioxidant properties were very close to each other. As a result, it is predicted that *C. pentagyna* species may be more suitable for human health due to its less cytotoxic and high antioxidant and carbohydrate contents.

Conclusion. The features such as chemical characterization, neurodegenerative and antioxidant potentials in different extracts of two different species of Azerbaijan hawthorn, *Crataegus – caucasia* and *Crataegus pentagyna*

were investigated, for the first time. It was concluded that these types hawthorns are good oleic and lineolic acids stores in terms of the essential fatty acid components. When the two species were evaluated in terms of cytotoxicity, it was found that they behaved differently from each other and the cytotoxicity of *C. caucasica* species is higher than that of *C. pentagyna* species. As a result of H₂O₂ experiments to examine the neurodegenerative effect, it has been proven that the extracts have a protective effect at different concentrations and the lethal effect of H₂O₂ is eliminated. It is seen that *C. pentagyna* suppresses the effect of H₂O₂ because it is not cytotoxic at high doses and its flavonoid content is richer when compared with *C. caucasica*. Consequently, it can be suggested that the presence of medicinal properties of two types of hawthorn fruits originating in Azerbaijan would be appropriate for use in the field of herbal supplements and food.

BIBLIOGRAPHY:

1. Ataie A, Shadifar M, Ataee R Polyphenolic antioxidants and neuronal regeneration. Basic Clinical Neuroscience, 2016, 7:81-90.
2. Bor Z, Arslan R, Bektas N, Pirildar S, Donmez AA (2012) Antinociceptive, antiinflammatory, and antioxidant activities of the ethanol extract of *Crataegus orientalis* leaves. Turkish Journal of Medical Sciences, 2012, 42: 315-324.
3. Coklar H, Akbulut M, Kiling S, Yildirim A, Alhassan I (2018) Effect of freeze, oven and microwave pretreated oven drying on color, browning index, phenolic compounds and antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus orientalis*) fruit. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2018, 46:449-456.
4. Čulum D, Čopra-Janićijević A, Vidic D, Klepo L, Tahirović A, Bašić N, Maksimović M (2018) HPLC-ED analysis of phenolic compounds in three Bosnian *Crataegus* species. Foods 2018, 7: 66-69.
5. Edwards JE, Brown PN, Talent N, Dickinson TA, Shipley PR A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. Phytochemistry, 2012, 79:5-26. [in English]
6. Ferioli F, Giambanelli E, D'Antuono LF, Application of different analytical methods for the determination of phenolics and antioxidant activity in hawthorn (*Crataegus* spp.) bud and sprout herbal extracts. Journal of Applied Botany and Food Quality, 2020, 93:1-10.
7. Hakima B, Chaymae B, Bouchra T, Antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus monogyna*) from Morocco. Academia Journal of Medicinal Plants, 2019, 7: 30-35.
8. Keser S, Celik S, Turkoglu S, Yilmaz Ö, Turkoglu İ, The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq). Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 2014, 3:51-55.
9. Rosario GM, Emmanuel IE, Raúl NA (2013-12) Antioxidant compounds in hawthorn fruits (*Crataegus* spp.) of Mexico. Revista Mexicana Biodiversidad, 2013-12, 84: 1298-1304.
10. Sarikahya NB, Ucar EO, Kayce P, Gokturk RS, Sumbul H, Arda N, Kirmizigül S Fatty acid composition and antioxidant potential of ten *Cephalaria* species. Records of Natural Products, 2015, 9:116-123.
11. Shanthi R, Parasakthy K, Deepalakshmi PD, Niranjali DS, Protective effect of tincture of *Crataegus* on oxidative stress in experimental atherosclerosis in rats. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 1996, 20:211-223.
12. Song SJ, Li LZ, Gao PY, Yuan YQ, Wang RP, Liu KC, Peng Y, Isolation of antithrombotic phenolic compounds from the leaves of *Crataegus pinnatifida*. Planta Med, 2012, 78: 67-71.
13. Tan YA, Kuntom A, Lee CK, Low KS, Comparative evaluation of palm oil color measurement using a prototype palm oil colorimeter. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2004, 81:733-736.
14. Tohtahon Z, Zhang L, Han J, Xie X, Zongcai T, Yuan T, Extraction optimization, structural characterization and bioactivity evaluation of triterpenoids from hawthorn (*Crataegus cuneata*) fruits. Journal of Food Biochemistry, 2017, 41:1-9.
15. Zheng G, Deng J, Wen L, You L, Zhao Z, Zhou L, Release of phenolic compounds and antioxidant capacity of Chinese hawthorn "*Crataegus pinnatifida*" during in vitro digestion. Journal of Functional Foods, 2018, 40:76-85.

REFERENCES:

1. Ataie A, Shadifar M, Ataee R (2016) Polyphenolic antioxidants and neuronal regeneration. Basic Clinical Neuroscience 7:81-90.
2. Bor Z, Arslan R, Bektas N, Pirildar S, Donmez AA (2012) Antinociceptive, antiinflammatory, and antioxidant activities of the ethanol extract of *Crataegus orientalis* leaves. Turkish Journal of Medical Sciences 42: 315-324.
3. Coklar H, Akbulut M, Kiling S, Yildirim A, Alhassan I (2018) Effect of freeze, oven and microwave pretreated oven drying on color, browning index, phenolic compounds and antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus orientalis*) fruit. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 46:449-456.
4. Čulum D, Čopra-Janićijević A, Vidic D, Klepo L, Tahirović A, Bašić N, Maksimović M (2018) HPLC-ED analysis of phenolic compounds in three Bosnian *Crataegus* species. Foods 7: 66-69.
5. Edwards JE, Brown PN, Talent N, Dickinson TA, Shipley PR (2012) A review of the chemistry of the genus *Crataegus*. Phytochemistry 79:5-26.
6. Ferioli F, Giambanelli E, D'Antuono LF (2020) Application of different analytical methods for the determination of phenolics and antioxidant activity in hawthorn (*Crataegus* spp.) bud and sprout herbal extracts. Journal of Applied Botany and Food Quality 93:1-10.
7. Hakima B, Chaymae B, Bouchra T (2019) Antioxidant activity of hawthorn (*Crataegus monogyna*) from Morocco. Academia Journal of Medicinal Plants 7: 30-35.
8. Keser S, Celik S, Turkoglu S, Yilmaz Ö, Turkoglu İ (2014) The investigation of some bioactive compounds and antioxidant properties of hawthorn (*Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* Jacq). Journal of Intercultural Ethnopharmacology 3:51-55.
9. Rosario GM, Emmanuel IE, Raúl NA (2013-12) Antioxidant compounds in hawthorn fruits (*Crataegus* spp.) of Mexico. Revista Mexicana Biodiversidad 84: 1298-1304.
10. Sarikahya NB, Ucar EO, Kayce P, Gokturk RS, Sumbul H, Arda N, Kirmizigül S (2015) Fatty acid

- composition and antioxidant potential of ten *Cephalaria* species. Records of Natural Products 9:116–123.
11. Shanthi R, Parasakthy K, Deepalakshmi PD, Niranjali DS (1996) Protective effect of tincture of *Crataegus* on oxidative stress in experimental atherosclerosis in rats. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition 20:211-223.
 12. Song SJ, Li LZ, Gao PY, Yuan YQ, Wang RP, Liu KC, Peng Y (2012) Isolation of antithrombotic phenolic compounds from the leaves of *Crataegus pinnatifida*. Planta Med 78: 67-71.
 13. Tan YA, Kuntom A, Lee CK, Low KS (2004) Comparative evaluation of palm oil color measurement using a prototype palm oil colorimeter. Journal of the American Oil Chemists' Society 81:733–736.
 14. Tohtahon Z, Zhang L, Han J, Xie X, Zongcai T, Yuan T (2017) Extraction optimization, structural characterization and bioactivity evaluation of triterpenoids from hawthorn (*Crataegus cuneata*) fruits. Journal of Food Biochemistry 41:1-9.
 15. Zheng G, Deng J, Wen L, You L, Zhao Z, Zhou L (2018) Release of phenolic compounds and antioxidant capacity of Chinese hawthorn "*Crataegus pinnatifida*" during in vitro digestion. Journal of Functional Foods 40:76-85.

Guliyeva L., Yildirim Y., Abbasova T., Ince I., Gümüştas B., Cumaoglu A., Yarabash G., Böke Sarikahya N. Chemical characterization, neurodegenerative and antioxidant potentials of two different hawthorn (*Crataegus* species) fruits from Azerbaijan

Hawthorn (*Crataegus* spp.) is an edible wild fruit which is used in traditional medicine, food and beverage industries in many countries since ancient times. In this study, the fruits of two different *Crataegus* species (*C. pentagyna* and *C. caucasica*) from Azerbaijan were examined by means of chemical characterization, neurodegenerative and antioxidant potentials. The fruits were extracted using *n*-hexane, ethanol, acetone, and ethyl acetate by Soxhlet extractor. The fatty acid components (oleic and linoleic acids) of *n*-hexane extract were evaluated by GC-FID. Linoleic acid (LA) was the most abundant fatty acid as 47.00% and 49.95% for *C. pentagyna* and *C. caucasica* species, respectively. The ethanol, acetone, and ethyl acetate extracts of *C. pentagyna* and *C. caucasica* were investigated by means of total flavonoid, carbohydrate content and antioxidant activity by UV-Visible spectrophotometer, HPLC-RID and DPPH method, respectively. The total flavonoid and carbohydrate content in the two hawthorn fruit extracts were found as between 4.21-5.84 mg QUE/g and 15.4-17.8 g/100 g fruit, respectively. The results of the antioxidant content of hawthorn extracts were found in the range of 54-72% DPPH scavenging activities. It is seen that the antioxidant capacity of the *C. pentagyna* species are higher than the *C. caucasica* species. While the % DPPH radical scavenging activity (0.5 mg /mL) values were maximum 72.40% $\pm$ 2.74 in *C. pentagyna* species, it reached a maximum value of 61.78% $\pm$ 0.50 in *C. caucasica* species.

It was observed that aqueous and ethanol extracts of *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* fruits showed the highest activity in reducing power and metal chelating activity experiments. The hawthorn extracts exhibited 54-72% DPPH scavenging activities. The capacity of hawthorn extracts to reduce H₂O₂ toxicity on SH-SY5Y

cells at non-toxic concentrations was examined using the cell viability test. It can be concluded that the cytotoxicity of *C. caucasica* species is higher than that of *C. pentagyna* species, but their antioxidant properties are approximately similar. According to these results, the extracts of two different *Crataegus* species (*C. pentagyna* and *C. caucasica*) from Azerbaijan can be used as easily available source of natural antioxidants and as a possible food supplement.

Key words: *Crataegus*, flavonoids, hawthorn fruit, hydrogen peroxide toxicity, antioxidant activity.

Гулієва Л., Йилдирим Є., Аббасова Т., Інце І., Гумушташ Б., Кумаоглу А., Ярабаш Г., Боке Сарікаха Н. Хімічна характеристика, нейродегенеративний та антиоксидантний потенціал двох різних плодів глоду (*Crataegus* species) з Азербайджану

Глід (*Crataegus* spp.) – їстівний дикорослий фрукт, який з давніх часів використовується в традиційній медицині, харчовій промисловості та виробництві напоїв у багатьох країнах. У цьому дослідженні плоди двох різних видів *Crataegus* (*C. pentagyna* та *C. caucasica*) з Азербайджану були досліджені за допомогою хімічних характеристик, нейродегенеративного та антиоксидантного потенціалів. Плоди екстрагували *n*-гексаном, етанолом, ацетоном і етилацетатом за допомогою екстрактора Сокслета. Компоненти жирних кислот (олеїнова та лінолева кислоти) *n*-гексанового екстракту оцінювали методом ГХ-ФІД. Лінолева кислота (LA) була найпоширенішою жирною кислотою: 47,00% і 49,95% для видів *C. pentagyna* і *C. caucasica* відповідно. Етаноловий, ацетоновий та етилацетатний екстракти *C. pentagyna* та *C. caucasica* досліджували на загальний вміст флавоноїдів, вміст вуглеводів та антиоксидантну активність за допомогою УФ-видимого спектрофотометра, HPLC-RID та методу DPPH відповідно. Загальний вміст флавоноїдів і вуглеводів у двох екстрактах плодів глоду становив 4,21-5,84 мг QUE/г і 15,4-17,8 г/100 г плодів відповідно. Результати вмісту антиоксидантів в екстрактах глоду були виявлені в діапазоні 54-72% активності очищення DPPH. Видно, що антиоксидантна здатність видів *C. pentagyna* вища, ніж видів *C. caucasica*. У той час як значення % активності поглинання радикалів DPPH (0,5 мг/мл) були максимальними 72,40% $\pm$ 2,74 у видів *C. pentagyna*, воно досягло максимального значення 61,78% $\pm$ 0,50 у видів *C. caucasica*.

Було виявлено, що водний і етаноловий екстракти *Crataegus monogyna* subsp. *monogyna* плоди монोगуна показали найвищу активність у експериментах зі зниженням потужності та хелатною активністю металів. Екстракти глоду показали 54-72% поглинання DPPH. Здатність екстрактів глоду зменшувати токсичність H₂O₂ на клітині SH-SY5Y у нетоксичних концентраціях досліджували за допомогою тесту на життєздатність клітин. Можна зробити висновок, що цитотоксичність видів *C. caucasica* вища, ніж видів *C. pentagyna*, але їх антиоксидантні властивості приблизно однакові. Згідно з цими результатами, екстракти двох різних видів *Crataegus* (*C. pentagyna* та *C. caucasica*) з Азербайджану можуть бути використані як легкодоступне джерело природних антиоксидантів і як можлива харчова добавка.

Ключові слова: *Crataegus*, флавоноїди, плоди глоду, токсичність перекису водню, антиоксидантна активність.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ СУЧАСНИХ ІНСЕКТИЦИДІВ В СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ ВІД БАВОВНИКОВОЇ СОВКИ (*HELICOVERPA ARMIGERA* НВ.) В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ДЕДУХ І.В. – аспірант

orcid.org/0009-0002-8306-5792

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-7550-4102

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0001-9442-8793

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

СВІТЛАКОВА А.С. – PhD

orcid.org/0000-0001-8526-4168

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства

та сортовивчення

МІЩЕНКО С.В. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-1979-4002

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

МАРЧЕНКО В.Д. – студентка

orcid.org/0009-0009-8010-8284

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. За останні десятиріччя спостерігається тенденція до погіршення фітосанітарного стану агроценозів – змінюється система обробітку ґрунту, зростання забур'яненості полів, порушується чергування культур у сівозміні та технології застосування пестицидів. У зв'язку з потеплінням клімату відбуваються зміни також у динаміці чисельності, розподілі на полях та економічному значенні багатьох шкідливих видів комах. За цих умов особливого значення набуває уточнення видового складу та вивчення шкідливості основних фітофагів агрокультур культур, що дає змогу прогнозувати зміну ролі шкідників у нових умовах і запобігати зайвим затратам на захисні заходи за низької чисельності головних шкідливих комах. Серед шкідників агрокультур одне з перших місць за поширеністю та шкідливістю посідають совки [1].

Для України соняшник – цінна технічна культура, за останні двадцять років посівні площі соняшнику збільшились майже втричі. Перенасичення польових сівозмін цією культурою посилює ризик масового заселення посівів шкідливими організмами, що призводить до великих втрат урожаю та погіршення екологічної ситуації внаслідок розширення обсягу застосування пестицидів. Одним із найбільш небезпечних фітофагів соняшнику є бавовникова совка *Helicoverpa armigera* Нв. (Lepidoptera: Noctuidae). Цей шкідник є поліфагом, його гусениці можуть пошкоджувати майже 120 (за деякими даними – 250) видів рослин. На території України може давати 2–3 генерації [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для своєчасної організації заходів захисту проти основних

шкідників агрокультур, потрібно систематично проводити активний моніторинг фітосанітарної ситуації. Він дає можливість оцінити та правильно визначити поширеність, чисельність та шкідливість усіх видів фітофагів. Важливим орієнтиром для моніторингу льоту лускокрилих шкідників є підрахунок суми ефективних температур (СЕТ) [3].

На сьогодні, вже доказано, що розвиток, поширення та заселення шкідником різноманітних культур пов'язано з кліматичними та погодними умовами. Так, для розвитку кожного покоління бавовникової совки потрібна сума ефективних температур понад 10°C – близько 400–550°C, для 2-го покоління – 800–1100°C. Зміна кліматичних умов призводить до міграцій бавовняної совки і заселення нею посівів, метелики активно літають та є постійними сезонними мігрантами, які долають сотні кілометрів (до 400 км) [4]. Вони мігрують у домінуючих повітряних течіях. Їх поява у країнах ЄС, може вплинути на економічне положення країни та сільськогосподарське виробництво. Переміщення імаго в межах агроценозів відбувається коли метелики шукають нектар або місце відкладання яєць [5].

З 2014 року спостерігається позитивна динаміка зростання чисельності бавовникової совки як на посівах соняшнику, так і на інших культурах. Шкідник інтенсивно заселяє значні площі і пошкоджує до 50% рослин агрокультур. У посівах соняшнику пошкодження призводять до розвитку бурі гнилі, спори якої гусениця переносить на волосяному покриві. В сучасних системах захисту соняшнику доцільно застосовувати комплексні заходи, починаючи з оптимізації сівозміни, підготовки насіння до сівби та контролі початкових фаз розвитку рослин,

застосування ентомофагів трихограми на початку масового відкладання яєць, обробітку біологічними інсектицидами, а також практикувати посіви порівняно стійких до фітофагів гібридів [6].

Сучасні технології модернізації систем землеробства направлені на оптимізацію ресурсощадних заходів. Зокрема, методів точного землеробства, що враховує кількісну та якісну оцінку фітосанітарного стану й агроценозів, внутрішню просторову мінливість та інформацію щодо підвищення ефективності управління структурами ентомокомплексів [7, 8].

Для вирішення цього завдання важливим є збір інформації з динаміки комплексу фітофагів за онтогенезу рослин за різного рівня інтенсивності агротехнологій культур [9].

Мета – дослідити ефективність дії сучасних інсектицидів проти бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) на гібриді соняшнику П64ЛЦ108 в умовах Одеської області.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводилися в господарстві СФГ „Терра” Одеського району, Одеської області (N46.477196°, E30.473026°) у 2022–2023 роках.

Основною метою досліду був контроль шкідників, а саме захист соняшнику від бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb) в період вегетації культури та визначення біологічної ефективності нового інсектициду Радіант КС (спінеторам, 120 г/л) при різних нормах його внесення в порівнянні з еталонними препаратами Корарген 20 КС, Ампліго 150 ЗС та Белт 480 КС.

Польові випробування інсектициду Радіант, КС в умовах Одеської області проводили з нормами витрати 0,3 л/га, 0,4 л/га та 0,5 л/га на посівах соняшнику (гібрид фірми Pioneer – П64ЛЦ108). Паралельно проводили обприскування посівів еталонними препаратами Корарген 20, КС з нормою витрати 0,175 л/га, Ампліго 150 ЗС, ФК з нормою витрати 0,3 л/га та Белт 480, КС з нормою витрати 0,15 л/га.

Соняшник П64ЛЦ108 – середньостиглий простий гібрид. Вегетаційний період – 120–125 діб. Тип – лінолевий. Стійкість до вовчка соняшникового (раси) – А-Е + System II. Стійкість до несправжньої борошнистої роси – відмінна. Густота рослин – 50 тис./га.

Дата сівби культури: 2022 рік – 05.05.2022; 2023 рік – 29.04.2023 р. Фаза розвитку рослин в момент обприскування: перше (строк А) – ВВСН 65 (повне цвітіння); друге (строк В) – ВВСН 69 (кінець цвітіння).

Загальна площа ділянки – 46,2 м², облікова – 30,8 м² розміщення – рендомізованими блоками. Кількість повторностей 4. Строки обробок: 2022 рік А – 30.08.22 р., час обробки з 7:00 до 09:00 ранку; В – 13.09.22 р., час обробки з 17:00 до 19:00 вечора. 2023 рік А – 28.08.23 р., час обробки з 8:00 до 09:30 ранку; В – 12.09.22 р., час обробки з 16:00 до 18:00 вечора. Кратність обробок – дві.

Спосіб застосування: обприскування в період вегетації культури.

Використана апаратура: штанговий обприскувач компресорного типу фірми Euro-Pulve, тип «велосипед» тачка, маркування розпилювачів Tee Jet 1 XR 11003-VP. Витрата робочої рідини: 250 л/га, робочий тиск: 3,0 кПа/атм. Кількість розприскувачів – 6; ширина захвату обприскувача – 3 м;

відстань між розпилювачами на штанзі – 50 см; висота штанги над робочою поверхнею – 50 см (рис. 1).



Рис. 1. Обприскування посіву соняшнику в період вегетації штанговий обприскувач компресорного типу фірми Euro-Pulve

Всі обліки проводилися відповідно за загальною визнаною методикою [10].

Проведення обліків (із зазначенням діб після обробки): до обприскування, через 2 дні після обприскування, через 7 діб після обприскування, через 14 діб після обприскування, через 16 діб після обприскування (строк А), через 2 дні після обприскування (строк В), через 21 день після обприскування (строк А), через 7 діб після обприскування (строк В), через 29 діб після обприскування (строк А), через 15 діб після обприскування (строк В).

Результати досліджень. Використання досліджуваного та еталонних препаратів було спрямоване для захисту соняшнику від бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb) в період вегетації культури.

Середня чисельність бавовникової совки на посівах соняшнику за два роки дослідження до обробки препаратами в середньому становила 1,0–1,5 екз./рослину. Вже через 2 дні після обробки посівів кількість шкідників значно скоротилася і становила в середньому 0,5 екз./рослину у варіанті з нормою внесення досліджуваного інсектициду 0,3 л/га, 0,3 екз./рослину у варіанті з нормою витрати 0,4 л/га та 0,4 екз./рослину у варіанті з нормою внесення 0,5 л/га. Дія еталонних препаратів на шкідників виявилася аналогічною, кількість шкідників в середньому становила 0,4–0,5 екз./рослину, в той час як в контрольному варіанті – 0,9 екз./рослину (табл. 1).

При проведенні наступного обліку через 7 діб після обприскування культури спостерігалася тенденція до зменшення шкідників у всіх варіантах досліду.

Таблиця 1

Середня чисельність бавовникової совки на одній рослині соняшнику залежно від препаратів і дози внесення

Препарат, норма витрати, л/га	Кількість гусениць (екземпл.) / рослину після діб обробки						
	Строк А						
	0	2	7	14	16	21	29
	Строк Б						
	–	–	–	0	2	7	15
1.Контроль (без обробки)	1,05	0,93	0,35	0,91	0,71	0,20	0,13
2.Радіант, 0,3, л/га	1,46	0,48	0,20	0,74	0,21	0,05	0,01
3.Радіант, 0,4, л/га	1,00	0,29	0,10	0,45	0,14	0,01	0,00
4.Радіант, 0,5, л/га	1,19	0,35	0,08	0,46	0,04	0,01	0,00
5.Кораген, 0,175, л/га	1,21	0,45	0,23	0,60	0,19	0,04	0,01
6.Ампліго, 0,3, л/га	1,13	0,36	0,18	0,55	0,11	0,03	0,04
7.Белт, 0,15, л/га	1,36	0,36	0,20	0,55	0,09	0,03	0,01
HIP ₀₅	0,46	0,17	0,08	0,18	0,15	0,06	0,04

Найменше бавовникової совки було в другому та третьому варіантах з внесенням Радіант з нормами витрати 0,4 та 0,5 л/га відповідно, в середньому 0,1 екз./рослину, а найбільша кількість спостерігалась на контрольному варіанті (0,35 екз./рослину).

Через 14 діб після першої обробки кількість шкідників збільшилася і у варіанті з нормою внесення 0,3 л/га інсектициду Радіант становила в середньому 0,7 екз./рослину, а у варіантах з нормами витрати інсектициду Радіант 0,4 л/га і 0,5 л/га – по 0,5 екз./рослину. На варіантах з еталонними препаратами кількість шкідників складала в середньому 0,6 екз./рослину, на контролі – 0,9 екз./рослину.

Через збільшення кількості бавовникової совки на рослинах соняшнику, було проведено другу обробку посівів інсектицидами, що дало змогу знизити чисельність шкідників.

При проведенні обліку через 2 дні після повторного внесення (через 16 діб після першої обробки) було виявлено, що кількість совки у варіанті з нормою витрати 0,3 л/га інсектициду Радіант та у варіанті з внесенням Корагену 20 становила в середньому по 0,2 екз./рослину, у варіанті з нормою внесення 0,4 л/га інсектициду Радіант та у варіантах з внесенням Ампліго 150 ZC і Белт 480 – по 0,1 екз./рослину, а у варіанті з нормою витрати Радіант 0,5 л/га шкідник був знищений повністю.

При наступному обліку через 7 діб після другого внесення (через 21 день після першої обробки) бавовникова совка була виявлена лише у 1 варіанті з нормою витрати 0,3 л/га в кількості 0,1 екз./рослину та в контрольному варіанті – 0,2 екз./рослину. В решти варіантів бавовникова совка була знищена повністю.

При проведенні останнього обліку через 15 діб після другого внесення (через 29 діб після першої обробки) на оброблених ділянках соняшнику шкідників не було виявлено.

Таким чином, досліджуваний інсектицид Радіант сприяв зменшенню кількості шкідників після другої обробки з повним їх знищенням на останніх строках спостережень. Досліджуваний інсектицид діяв на шкідників аналогічно дії еталонних препаратів.

Загальне число бавовникової совки на облікових ділянках досліді коливалось в середньому від 20,0 до 29,3 екземплярів. Через 2 дні після обробки культури кількість шкідників істотно зменшилася в 2 варіанті досліді при нормі витрати досліджуваного препарату 0,4 л/га відносно 1 варіанту з нормою витрати 0,3 л/га. Кількість шкідників під дією досліджуваного інсектициду в середньому коливалася від 5,8 до 9,5 екземплярів, а під дією еталонних препаратів становила в середньому 7,3–9,0 екземплярів (табл. 2).

Через 7 діб після обробки кількість бавовникової совки на ділянках оброблених досліджуваним інсектицидом в середньому складала від 1,5 до 4,0 екземплярів, еталонними препаратами – 4,0–4,5 екземплярів.

Кількість шкідників у варіантах з використанням норми витрати Радіанту, 0,4–0,5 л/га була істотно меншою в порівнянні з першим варіантом, де норма витрати цього інсектициду становила 0,3 л/га та з четвертим та сьомим варіантами, де використовували еталонні препарати Кораген 20 і Белт 480.

У варіанті з нормою витрати досліджуваного інсектициду 0,3 л/га та у варіантах з використанням еталонних препаратів чисельність шкідників була на одному рівні.

При проведенні обліків через 14 діб після обробки посівів інсектицидами було виявлено, що чисельність шкідників збільшилася. Найменшу кількість шкідників (9,0 екземплярів) зафіксовано у варіанті при нормі витрати досліджуваного інсектициду 0,4 л/га, у варіантах з нормами внесення 0,3 л/га та 0,5 л/га кількість бавовникової совки була в середньому 14,8 екз. та 9,3 екз. відповідно. Під дією еталонних препаратів кількість шкідників становила в середньому 11,0 і 12,0 екземплярів.

Повторна обробка інсектицидами вплинула на чисельність шкідників і призвела до їх зменшення. Спостереження за посівами через 2 дні після другої обробки показали, що найбільш ефективно спрацював інсектицид Радіант на варіанті досліді з нормою витрати 0,5 л/га, де кількість шкідників зменшилася до 0,8 екземплярів, що статистично достовірно по відношенню до 1 варіанту досліді з внесенням інсектициду Радіант з нормою внесення 0,3 л/га.

Таблиця 2

Загальна чисельність бавовникової совки на ділянці соняшнику залежно від препаратів і дози внесення

Препарат, норма витрати, л/га	Кількість особин, екземпл. /ділянку після діб обробки						
	Строк А						
	0	2	7	14	16	21	29
	Строк Б						
	–	–	–	0	2	7	15
1.Контроль (без обробки)	21,00	18,75	7,00	18,25	14,00	4,00	2,50
2.Радіант, 0,3, л/га	29,25	9,50	4,00	14,75	4,25	1,00	0,25
3.Радіант, 0,4, л/га	20,00	5,75	2,00	9,00	2,75	0,25	0,00
4.Радіант, 0,5, л/га	23,75	7,00	1,50	9,25	0,75	0,25	0,00
5.Кораген, 0,175, л/га	24,25	9,00	4,50	12,00	3,75	0,75	0,25
6.Ампліго, 0,3, л/га	22,50	7,25	3,50	11,00	2,25	0,75	0,75
7.Белт, 0,15, л/га	27,25	7,25	4,00	11,00	1,75	0,25	0,25
HIP ₀₅	0,46	9,10	3,42	1,63	3,67	3,06	1,20

Таблиця 3

Середня кількість рослин соняшнику заселених гусеницями бавовникової совки на ділянці

Норма витрати, л/га	Кількість рослин, шт. після діб обробки						
	0	2	7	14	16	21	29
	–	–	–	0	2	7	15
1.Контроль (без обробки)	16,25	14,75	6,25	14,75	9,25	2,50	1,25
2.Радіант, 0,3, л/га	19,25	7,50	3,75	10,75	3,50	0,75	0,00
3.Радіант, 0,4, л/га	16,75	6,25	2,25	6,50	2,50	0,25	0,00
4.Радіант, 0,5, л/га	16,50	6,50	1,25	6,75	0,50	0,25	0,00
5.Кораген, 0,175, л/га	17,50	8,00	3,50	8,25	2,50	0,75	0,00
6.Ампліго, 0,3, л/га	15,75	8,25	2,00	8,50	1,75	0,50	0,75
7.Белт, 0,15, л/га	17,75	10,25	2,25	6,75	1,50	0,50	0,25
HIP ₀₅	4,74	5,09	2,52	4,02	2,05	0,83	0,66

З подовженням експозиції кількість шкідників знижувалася і на кінець спостережень складала в середньому 0,3 екз. в першому, четвертому та шостому варіантах, 0,8 екз. в шостому варіанті. В другому та третьому варіантах досліді шкідників не було зовсім.

Кількість заселених рослин на початку досліді складала в середньому 15,8–19,3 штук, що в відсотках становило 78,8–96,3% відповідно (табл. 3).

Через два дні після першої обробки кількість заселених рослин шкідниками зменшилася, проте істотної різниці між варіантами досліджуваного та еталонних препаратів не виявлено.

Через сім діб після першої обробки посівів найменша кількість заселених рослин була у варіанті при використанні інсектициду Радіант з нормою витрати 0,5 л/га і складала в середньому 1,25 штук.

Кількість заселених рослин в другому варіанті з нормою внесення інсектициду Радіант – 0,4 л/га та шостому варіанті з використанням еталонного препарату Белт складала в середньому 2,25 штуки. В першому варіанті Радіант, 0,3 л/га, заселених рослин шкідниками було в середньому 3,75 шт, а у 4 варіанті з еталонним препаратом Кораген – 3,50 штук. Як бачимо, істотної різниці між варіантами не виявлено.

Через 14 діб після обробки кількість заселених рослин шкідниками збільшилася у всіх варіантах і в середньому коливалася від 6,50 шт. у другому варіанті до 10,75 шт. в першому варіанті.

Проведена повторна обробка дала змогу стабілізувати ситуацію і вже через 2 дні (через 16 діб після першого внесення) кількість заселених рослин у першому варіанті складала всього в середньому 3,50 шт., в другому та четвертому варіантах – по 2,50 шт., в шостому та шостому варіантах – 1,75 шт. і 1,50 шт. відповідно. Найменша кількість заселених рослин була у третьому варіанті при нормі витрати досліджуваного інсектициду 0,5 л/га і складала в середньому 0,50 шт, що істотно менше в порівнянні з першим варіантом досліді.

При подальших обліках, заселення рослин шкідниками зменшувалось і на кінець спостережень у варіантах з внесенням досліджуваного інсектициду заселених рослин шкідниками не було, а у варіантах з використанням еталонних препаратів Кораген 20 і Белт 480 становила в середньому по 0,25 шт., у варіанті з використанням Ампліго 150 ЗС – 0,75 штук. Істотної різниці між варіантами досліді встановлено не було.

Відсоток заселених рослин на посівах соняшника від застосованого інсектициду та терміну обробки та терміну обліку заселеності наведений в таблиці 4.

На дату першої обробки заселеність гусені совки була на дослідних ділянках в межах похибки.

Через 7 діб після першої обробки посівів соняшнику найменша кількість заселених рослин була у варіанті при використанні інсектициду Радіант з нормою витрати 0,5 л/га і складала в середньому 6,25%.

Таблиця 4

Відсоток заселених рослин соняшнику бавовняною совкою залежно від захисту

Норма витрати, л/га	Відсоток заселених рослин після діб обробки						
	0	2	7	14	16	21	29
	–	–	–	0	2	7	15
1.Контроль (без обробки)	81,25	73,75	31,25	73,75	46,25	12,50	6,25
2.Радіант, 0,3, л/га	96,25	37,50	18,75	53,75	17,50	3,75	0,00
3.Радіант, 0,4, л/га	83,75	31,25	11,25	32,50	12,50	1,25	0,00
4.Радіант, 0,5, л/га	82,50	32,50	6,25	33,75	2,50	1,25	0,00
5.Кораген, 0,175, л/га	87,50	40,00	17,50	41,25	12,50	3,75	1,25
6.Ампліго, 0,3, л/га	78,75	41,25	10,00	42,50	8,75	2,50	3,75
7.Белт, 0,15, л/га	88,75	51,25	11,25	33,75	7,50	2,50	1,25
НІР ₀₅	23,72	25,43	12,60	20,09	10,23	4,13	3,28

Таблиця 5

Біологічна ефективність препаратів проти бавовникової совки на гібриді соняшнику П64ЛЦ108

Препарат, норма витрати, л/га	Біологічна ефективність дії, %								
	після I обприскування, діб						після II обприскування, діб		
	2	7	14	16	21	29	2	7	14
							2	7	14
2.Радіант, 0,3, л/га	63,70	57,08	40,05	74,93	81,40	94,18	60,10	70,70	89,70
3.Радіант, 0,4, л/га	66,95	67,60	45,83	78,25	93,45	100,00	55,83	81,25	100,00
4.Радіант, 0,5, л/га	66,80	82,63	51,20	95,63	89,58	100,00	92,25	81,25	100,00
5.Кораген, 0,175, л/га	59,60	39,45	38,20	74,13	83,58	92,35	57,35	71,48	81,73
6.Ампліго, 0,3, л/га	65,30	52,70	40,18	85,25	88,00	72,18	72,60	79,53	45,05
7. Белт, 0,15, л/га	72,10	56,48	50,93	84,83	83,50	89,70	72,63	70,43	80,55
НІР ₀₅	9,24	22,69	23,49	15,17	22,12	22,79	26,78	43,69	44,53

Кількість заселених рослин на 21 день після обробки у варіанті з нормою внесення інсектициду Радіант – 0,3 л/га та сьомому варіанті з використанням еталонного препарату Кораген складала в середньому 3,75%. Застосування норми внесення Радіанту дозою 0,4 та 0,5 л/га було найбільш ефективним – 1,25% заселених рослин.

При подальших обліках заселення рослин шкідниками зменшувалася і на кінець спостережень у варіантах з внесенням інсектициду Радіант заселених рослин шкідниками не було, а у варіантах з використанням еталонних препаратів Кораген 20 і Белт 480 становила в середньому по 1,25%, у варіанті з використанням Ампліго 150 ЗС – 3,75%. Істотної різниці між варіантами досліджуваного препарату не виявлено.

Біологічна ефективність досліджуваного інсектициду Радіант через 2 дні після обробки посівів була 63,7% при нормі витрати 0,3 л/га, 67,0% та 66,8% при нормах витрати 0,4 л/га та 0,5 л/га відповідно (табл. 5).

Ефективність дії еталонних препаратів на другу добу після обробки становила: Кораген 20 – 59,6%, Ампліго 150 ЗС – 65,3% та Белт 480 – 72,1%. Істотної різниці між варіантами досліджуваного препарату не виявлено.

Через 7 діб після обробки біологічна ефективність досліджуваного інсектициду Радіант коливалася від 57,1% до 82,6%, залежно від норми витрати. Ефективність дії еталонних препаратів Кораген 20, Ампліго 150 ЗС, і Белт 480 становила 39,5%, 52,7% і 56,5% відповідно. Досліджуваний інсектицид Радіант проявляв статистично достовірно більший летальний

вплив на бавовникову совку, ніж еталонні препарати, в третьому варіанті досліджуваного препарату за нормою витрат 0,5 л/га.

Ефективність дії досліджуваного інсектициду Радіант через 14 діб після обробки зменшилася в порівнянні з попереднім обліком у всіх досліджуваних варіантах і складала 40,1–51,2% та була на одному рівні з ефективністю еталонних препаратів. Проте, після повторного внесення інсектицидів ситуація стабілізувалася. Визначення біологічної ефективності через 16 діб після першої обробки показало, що у третьому варіанті досліджуваного Радіант за нормою витрати 0,5 л/га ефективність становила 95,6%, що на 10,4% більше в порівнянні з найкращим еталоном (Ампліго, 0,3, л/га).

Розрахунки через 21 день після першої обробки показали, що найбільша біологічна ефективність була в другому варіанті з нормою витрати інсектициду Радіант 0,4 л/га і становила 93,5%, що на 5,5% перевищувала даний показник по відношенню до найкращого еталону. У третьому варіанті з нормою витрати інсектициду Радіант 0,5 л/га біологічна ефективність також була вищою за найкращий показник еталону на 1,6% і складала 89,6%.

На кінець спостережень у другому та третьому варіантах досліджуваного біологічна ефективність становила 100%. У всіх варіантах з використанням досліджуваного інсектициду Радіант ефективність дії була кращою, ніж у варіантах з використанням еталонних препаратів.

Результати розрахунків біологічної ефективності досліджуваного препарату по відношенню до другої обробки були аналогічні попереднім.

Таким чином, досліджуваний інсектицид Радіант, показав високу біологічну ефективність дії в боротьбі із бавовниковою совкою на посівах соняшнику.

Дані показали, що ефективність дії досліджуваного інсектициду Радіант була вищою за дію еталонних препаратів при проведенні обліків через 2 дні після другої обробки в третьому варіанті досліді з нормою витрати 0,5 л/га, через 7 днів після другої обробки в другому та третьому варіантах з нормами витрати 0,4 л/га і 0,5 л/га, через 15 днів після другої обробки в усіх варіантах з використанням досліджуваного препарату.

Висновки. Досліджуваний інсектицид Радіант, показав високу біологічну ефективність проти бавовникової совки, розповсюдженої у посівах соняшнику при нормі витрати 0,3–0,5 л/га у період вегетації культури.

Ефективність дії досліджуваного інсектициду Радіант КС (спінеторам, 120 г/л) при нормах витрати 0,3–0,5 л/га на кінець періоду спостережень перевищувала ефективність еталонних препаратів Кораген 20, Ампліго 150 ЗС, та Белт 480. При нормі витрати інсектициду Радіант 0,4–0,5 л/га ефективність проти бавовникової совки становила 100% на кінець вегетації.

Найвищу урожайність гібриду соняшника П64ЛЦ108 (фірми – Pioneer) було отримано на рівні 3,81 т/га на варіанті з внесенням препарату Радіант, КС за норми витрати 0,5 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сіроус Л. Я. Совки – шкідники сільськогосподарських культур у Харківській області. 2015. № 1–2. С. 140–145.
2. Ключковський Ю. Е., Глушкова С. О., Могиліук Н. Т., Ігнат'єва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 141–146.
3. Доля М. М., Фокін А. В., Варченко Т. П., Мороз С. Ю. Трофічні зв'язки бавовникової совки за сучасних технологій вирощування соняшнику та кукурудзи в Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5(75).
4. Westbrook J. K., Lopez J. D. Long-distance migration in *Helicoverpa zea* what we know and need to know. *Southwestern Entomologist*. 2010. Vol. 35. P. 355–360. <https://doi.org/10.3958/059.035.0315>.
5. Bragard C., Dehnen-Schmutz K., Di Serio F., Gonthier P., Jacques M., Jaques Miret J. A., Justesen A. F., Magnusson C. S., Milonas P., Navas-Cortes J. A., Parnell S., Potting R., Reignault P. L., Thulke H., VanderWerf W., Civera A. V., Yuen J., Zappala L., Czwieneczek E., Streissl F., MacLeod A. Pest categorisation of *Helicoverpa zea*. *EFSA Journal*. 2020. Vol. 18(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6177>.
6. Jallow M. F. A., Matsumura M. Influence of temperature on the rate of development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Entomol. Zool.* 2001. Vol. 36(4). P. 427–430.
7. Brisco B., Brown R. J., Hirose T., McNairn H., Staenz K. Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 1998. Vol. 24. P. 315–327.
8. Peña-Barragan J. M., Lopez-Granados F., Jurado-Exposito M., García-Torres L. Sunflower yield related to multimodal aerial photography, land eleven and weed infection. *Precision Agriculture*. 2010. Vol. 11. P. 568–585.
9. Agüera F., Fabio Carvajal, Pérez M. Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device. *Internodal Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spal Informant Sciences*, Vol. XXXVIII-1/ C22, 2011ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14–16 September 2011, Zurich, Switzerland. <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-1-C22-33-2011>.
10. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методика випробування і застосування пестицидів. Київ, Світ. 2001. 448 с.

REFERENCES:

1. Sirous, L. Ya. (2015). Sovky – shkidnyky silskohospodarskykh kultur u Kharkivskii oblasti [Scops – pests of agricultural crops in the Kharkiv region]. 1–2. 140–145 [in Ukrainian].
2. Klechkovsky, Yu. E., Glushkova, S. O., Mogilyuk, N. T., & Ignatieva, O. V. (2017). Shkidlyvist populatsii bavoynykovoï sovky ta mikrobiokontrol yii chyselnosti na posivakh tomativ [Harmfulness of the cotton bollworm population and microbiological control of its abundance in tomato crops]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*. 1. 141–146 [in Ukrainian].
3. Dolya, M. M., Fokin, A. V., Varchenko, T. P., & Moroz, S. Yu. (2018). Trofichni zviazky bavoynykovoï sovky za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku ta kukurudzy v Lisostepu Ukrainy [Trophic relationships of the cotton bollworm under modern technologies of growing sunflower and corn in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific reports of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine*. 5(75) [in Ukrainian].
4. Westbrook, J. K., & Lopez, J. D. (2010). Long-distance migration in *Helicoverpa zea* what we know and need to know. *Southwestern Entomologist*. 35. 355–360. <https://doi.org/10.3958/059.035.0315>.
5. Bragard, C., Dehnen-Schmutz, K., Di Serio, F., Gonthier, P., Jacques M., & Jaques Miret J. A., et al. (2020). Pest categorisation of *Helicoverpa zea*. *EFSA Journal*. 18(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6177>.
6. Jallow, M. F. A., & Matsumura, M. (2001). Influence of temperature on the rate of development of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Appl. Entomol. Zool.* 36(4). 427–430.
7. Brisco B., Brown R. J., Hirose T., McNairn H., & Staenz K. (1998). Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. *Canadian Journal of Remote Sensing*. 24. 315–327.
8. Peña-Barragan, J. M., Lopez-Granados, F., Jurado-Exposito, M., & García-Torres, L. (2010). Sunflower yield related to multimodal aerial photography, land eleven and weed infection. *Precision Agriculture*. 11. 568–585.
9. Agüera, F., Carvajal, F. & Pérez, M. (2011). Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device.

Internodal Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spal Informant Sciences, Vol. XXXVIII-1/C22, 2011ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14–16 September 2011, Zurich, Switzerland. <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XXXVIII-1-C22-33-2011>.

10. Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P., & Ivashchenko, O. O. (2001). *Metodyka vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv* [Methodology for testing and applying pesticides] Kyiv, Svit. 2001. 448 s. [in Ukrainian].

Дєдх І.В., Марченко Т.Ю., Лавриненко Ю.О., Світлакова А.С., Міщенко С.В., Марченко В.Д. Ефективність дії сучасних інсектицидів в системі захисту посівів соняшнику від бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb) в умовах Півдня України

Мета – дослідити ефективність дії сучасних інсектицидів проти бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb) на гібриді соняшнику П64ЛЦ108 в умовах Одеської області. **Методи** Методологічною основою даного дослідження є: емпіричні (польові експерименти та спостереження; вимірювання показників об'єкту дослідження; порівняння впливу елементів агротехнологій), теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень; статистичний; математичний). **Результати**. Середня чисельність бавовникової совки на посівах соняшнику за два роки дослідження до обробки препаратами в середньому становила 1,0–1,5 екз./рослину. Вже через 2 дні після обробки посівів кількість шкідників значно скоротилася і становила в середньому 0,5 екз./рослину у варіанті з нормою внесення досліджуваного інсектициду 0,3 л/га, 0,3 екз./рослину у варіанті з нормою витрати 0,4 л/га та 0,4 екз./рослину у варіанті з нормою внесення 0,5 л/га. Дія еталонних препаратів на шкідників виявилася аналогічною, кількість шкідників в середньому становила 0,4–0,5 екз./рослину, в той час як в контрольному варіанті – 0,9 екз./рослину. Загальне число бавовникової совки на облікових ділянках дослідів коливалося в середньому від 20,0 до 29,3 екземплярів. Через 2 дні після обробки культури кількість шкідників істотно зменшилася в 2 варіанті дослідів при нормі витрати досліджуваного препарату 0,4 л/га відносно 1 варіанту з нормою витрати 0,3 л/га. Кількість шкідників під дією досліджуваного інсектициду в середньому коливалася від 5,8 до 9,5 екземплярів, а під дією еталонних препаратів становила в середньому 7,3–9,0 екземплярів. Біологічна ефективність досліджуваного інсектициду Радіант, КС через 2 дні після обробки посівів була 63,7% при нормі витрати 0,3 л/га, 67,0% та 66,8% при нормах витрати 0,4 л/га та 0,5 л/га відповідно.

Висновки. У 2022–2023 роках відмічено зростання динаміки чисельності бавовникової совки на посівах соняшнику. Досліджуваний інсектицид Радіант КС, показав високу біологічну ефективність проти бавовникової совки, розповсюдженої у посівах соняшнику при нормі витрати 0,3–0,5 л/га у період вегетації культури. Ефективність дії досліджуваного інсектициду Радіант КС при нормах витрати 0,3–0,5 л/га на кінець періоду спостережень перевищувала ефективність еталонних препаратів Кораген 20 КС, Ампліго 150 ЗС, ФК та Белт 480 КС, при нормі витрати інсектициду Радіант, КС 0,4–0,5 л/га ефективність проти бавовникової совки становила 100%. Найвищу урожайність гібриду соняшника П64ЛЦ108 (фірми – Pioneer) було отримано на рівні

3,81 т/га на варіанті з внесенням препарату Радіант, КС за норми витрати 0,5 л/га.

Ключові слова: соняшник, *Helicoverpa armigera* Hb., інсектициди, біологічна ефективність препарату.

Diedukh I.V., Marchenko T.Yu., Lavrynenko Yu.O., Svitlakova A.S., Mishchenko S.V., Marchenko V.D. The effectiveness of modern insecticides in the system of protection of sunflower crops from cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hb) in the conditions of the Rooster of Ukraine

The purpose of the work is to investigate the effectiveness of modern insecticides against the cotton bollworm (*Helicoverpa armigera* Hb) on the sunflower hybrid P64LC108 in the conditions of the Odessa region. **Methods**. The methodological basis of this study is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the object of study; comparison of the impact of elements of agricultural technologies), theoretical (proposing a hypothesis and forming conclusions based on research results; statistical; mathematical). **Results**. The average number of cotton bollworms on sunflower crops for two years of the study before treatment with the preparations was on average 1.0–1.5 individuals/plant. Already 2 days after treatment of the crops, the number of pests significantly decreased and was on average 0.5 individuals/plant in the variant with the rate of application of the studied insecticide 0.3 l/ha, 0.3 individuals/plant in the variant with the rate of application of 0.4 l/ha and 0.4 individuals/plant in the variant with the rate of application of 0.5 l/ha. The effect of the reference preparations on pests was similar, the number of pests was on average 0.4–0.5 individuals/plant, while in the control variant – 0.9 individuals/plant. The total number of cotton bollworms in the experimental plots ranged on average from 20.0 to 29.3 individuals. 2 days after crop treatment, the number of pests significantly decreased in the 2nd variant of the experiment at a consumption rate of the studied preparation of 0.4 l/ha compared to the 1st variant with a consumption rate of 0.3 l/ha. The number of pests under the influence of the studied insecticide ranged on average from 5.8 to 9.5 individuals, and under the influence of reference preparations was on average 7.3–9.0 individuals. The biological efficiency of the studied insecticide Radiant, KS 2 days after crop treatment was 63.7% at a consumption rate of 0.3 l/ha, 67.0% and 66.8% at the rates of application of 0.4 l/ha and 0.5 l/ha, respectively.

Conclusions. In 2022–2023, an increase in the dynamics of the number of cotton bollworms in sunflower crops was noted. The studied insecticide Radiant KS showed high biological effectiveness against the cotton bollworm, common in sunflower crops at a consumption rate of 0.3–0.5 l/ha during the growing season of the crop. The effectiveness of the studied insecticide Radiant KS at consumption rates of 0.3–0.5 l/ha at the end of the observation period exceeded the effectiveness of the reference preparations Koragen 20 KS, Ampligo 150 ZC, FC and Belt 480 KS, at a consumption rate of the insecticide Radiant, KS of 0.4–0.5 l/ha, the effectiveness against the cotton bollworm was 100%. The highest yield of the sunflower hybrid P64LC108 (Pioneer company) was obtained at the level of 3.81 t/ha in the variant with the application of the drug Radiant, KS at a consumption rate of 0.5 l/ha.

Key words: sunflower, *Helicoverpa armigera* Hb., insecticides, biological effectiveness of the drug.

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛУ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР В АГРОТЕХНОЛОГІЯХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ (ОГЛЯДОВА)

ДРОЗД О.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-5142-9242

Західноукраїнський національний університет

ШУВАР А.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-6016-0896

Західноукраїнський національний університет

ШУВАР Н.Б. – аспірант

orcid.org/0009-0004-2373-7838

Західноукраїнський національний університет

Постановка проблеми. Одним із популярних напрямів сільського господарства в Україні, як для малих фермерських господарств, так і великих агрохолдингів – стало вирощування технічних культур. Варто зазначити, що вирощування технічних культур в Україні має експортний характер через відсутність переробної бази і низький рівень культури споживання цих продуктів у країні. Але, це призводить до проблем, які пов'язані з малими обсягами виробництва, низькою якістю (порівняно з світовою) продукції та труднощами у позиціонуванні на зовнішніх ринках.

Отже, головними причинами теперішнього стану вирощування культур є брак досвіду українських виробників щодо закупівлі якісного насіння, технології виробництва, збут врожаю, відсутність кооперації, недостатній рівень інформаційно-консультативного обслуговування та низький рівень культури споживання продукції. Також, для цього напрямку відсутня державна підтримка, яка вкрай необхідна на етапі становлення.

Результати досліджень. У сучасних умовах рівень інтенсивності сільськогосподарського виробництва значною мірою визначає розвиток вирощування технічних культур. Розвиток і розміщення галузі визначають, як сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування окремих технічних культур, так і достатня забезпеченість трудовими ресурсами (оскільки рівень механізації окремих виробничих процесів досить низький). *Вирощування технічних культур, з яких можна виробляти якісне і натуральне волокно – це тренд на найближчі кілька десятиліть у всьому світі.* Воно формує сировинну базу для багатьох галузей харчової та легкої промисловості. Основними технічними культурами в Україні є цукрові буряки, соняшник, льон-довгунець. Вирощують також коноплі, льон-кудряш, тютюн, хміль, ефіроолійні та лікарські рослини, які використовуються як сировина в харчовій, легкій та медичній промисловості.

Під технічними культурами зайнято 4,2 млн га, що становить 15 % посівних площ України. Найбільші посівні площі під технічними культурами в Степу та Лісостепу. Для забезпечення продовольчої безпеки України ватро розширювати перелік технічних культур, а не лише збільшувати їх посівні площі та врожайність.

В останні роки вирощування технічних культур поступово набирає обертів, а саме льону олійного,

льону-довгунця і конопель, тому й науковці приділяють значну увагу вивченню даного питання.

Обсяг виробництва всіх видів технічної сировини надалі повинен збільшуватись за рахунок продуктивності технічних культур. Тому, найважливішим завданням у виробництві технічних культур є забезпечення господарств новими сортами, гібридами та освоєння прогресивних енергоресурсозберігаючих, екологічно доцільних технологій їх вирощування [14].

Мета. Метою роботи є наукове обґрунтування та дослідження потенціалу агротехнологічного вирощування технічних культур в Лісостепу України.

Льон – це найстародавніша культурна рослина, яку однією з найперших почала використовувати людина [27]. У XIX ст. розвиток льонарства досягнув піку вирощування льону та більше 2-х тисячоліть на території нинішньої України. Слід відмітити, що за часів Незалежної України льонарство поступово занепадало, але в останнє десятиліття спостерігається його поступове відродження. Упродовж століть в Україні вирощували льон-довгунець як сировину для прядивного виробництва. Сьогодні віддають перевагу вирощуванню льону олійного [31].

У Держреєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні включено 52 сорти льону, з них 23 – льон-довгунець, 1 – льон звичайний озимий, 1 – льон звичайний ярий, 27 – льон олійний (кудряш), 11 – льону іноземної селекції (21 % від загальної їх кількості) [11].

Перевагою льону олійного є прибутковість вирощування. За виробничих витрат на рівні зернових колосових культур у еквіваленті 470 доларів США, за стабільної ціни на ринках Європи в 450 дол./т точкою безбитковості культури є урожайність 1,24 т/га. За врожайності 1,8 т/га рентабельність становить 45,5 %, а 2,2 т/га – 77,8 % [19].

Льон олійний є цінною сировиною для виробництва технічної олії, харчових і лікувальних продуктів. Насіння льону містить 42–48 % жиру (йодне число становить 175–195). До складу олії входять п'ять жирних кислот: олеїнова – 17,6 %, ліноленова – 56,6, лінолева – 14,5, пальметінова – 5,7 і стеаринова – 3 %. Льяне насіння містить вітаміни: F, A, E, D, B, K, мікро- та мікроелементи, а також Omega-3, Omega-6, Omega-9 і комплекс амінокислот [28].

Широко використовують макуху льону, яка містить 33,5 % білку, близько 9 % жиру для годівлі тварин. У 1 кг макухи міститься 1,2 к.од. і за кормовими якостями переважає макуху інших рослин. Також макуха є джерелом більшості вітамінів групи В, ніацину, пантотенової і фолієвої кислот, біотину, токоферолів (вітамін Е) [27].

Стебла льону містять 10–15 % волокна, яке придатне для виробництва грубих тканин і шпагату. Солома, що має до 50 % целюлози є сировиною для виробництва цигаркового паперу, картону. З костриці виготовляють меблеві та будівельні плити, а також як енергетичний продукт – для виготовлення брикетів і гранул з використанням у твердопаливних котлах [4, 33, 38].

Найвища чутливість до нестачі вологи у льону олійного проявляється під час закладання та утворення генеративних органів. Відмічено, що критичний період водоспоживання розпочинається за 2 тижні до бутонізації та завершується через 2 тижні після цвітіння. Це підтверджується тим, що при ізоляції посівів від травневих опадів урожайність знижувалася на 37 %, а червневих – на 58 % [24].

Установлено, що в південних регіонах Правобережного Лісостепу України витрати весняних запасів вологи за вегетацію обмежуються метровим шаром і практично не залежать від попередників. У роки з недобором осінньо-зимових опадів найменшими були запаси ґрунтової вологи після кукурудзи й, особливо, буряків цукрових [21].

Для льону олійного кращими попередниками є багаторічні трави, озимі зернові, зернові бобові культури, просапні та ін. Не рекомендується сіяти льон після соняшнику, з метою запобігання ураженню хворобами. Для зменшення пошкодженості блішкою, не варто висівати його після капустяних культур. Льон олійний на те саме місце можна повернути не раніше, ніж через 5–6 років. Льон є добрим попередником для зернових культур [5, 22].

Найбільш ефективною після ранніх попередників під льон у зоні достатнього зволоження є система напівпарового обробітку ґрунту, яка передбачає лущіння стерні, полицеву оранку, культивування та боронування [27]. Звичайний зяблевий обробіток ґрунту використовують після пізніх культур. Після збирання попередника проводять лущення стерні на глибину 6–8 см, після чого проводять оранку на 27–30 см.

Навесні для зменшення втрат вологи рекомендується проводити боронування зябу. Перед сівом поле культивують, а в суху погоду додатково коткують [44].

Засвоєння елементів живлення рослинами льону є нерівномірним [8]. *Льон добре реагує на внесення добрив: азот (45–60 кг/га) він засвоює з початку фази з'явлення сходів до цвітіння, фосфор (45–60 кг/га) – необхідний впродовж усього періоду вегетації, калій (45 кг/га) – під час бутонізації-цвітіння та утворення насіння.* За нестачі в ґрунті азоту зменшується кількість коробочок на рослині, а його надлишок гальмує розвиток рослини, подовжуючи період вегетації. Надлишок азоту також зумовлює зменшення вмісту олії в насінні, сповільнює утворення бутонів і квіток, що обумовлює

нерівномірне дозрівання та ускладнене збирання врожаю [3]. *Для одержання високих врожаїв необхідно вносити азотні добрива – під культивування навесні, фосфорні і калійні – під глибоку зяблеву оранку. Необхідно враховувати, що нерівномірне внесення добрив по полю та неякісне мілке загортання в ґрунт може підвищувати їх концентрацію і викликати опіки кореневої системи, особливо в суху погоду [1, 39]. Також льон олійний добре реагує на післядію органічних і мінеральних добрив.*

За дослідженнями А. Шувар і Я. Сало встановлено, що використання комплексних мікродобрив і стимуляторів росту в органічній технології вирощування льону олійного сприяє збільшенню тривалості вегетаційного періоду, підвищенню польової схожості та зменшує ураження рослин хворобами [43].

Льон-довгунець є основною прядивною культурою в Україні, невибагливий до тепла, але вологолюбивий [37]. Вирощування льону за температури понад 22 °С, що за останні два десятиріччя частіше простежуємо у зв'язку із кліматичними змінами, негативно впливає на лінійний ріст стебла та має негативний вплив на формування показників якості волокна. За дослідженнями Ю. П. Корнута та І. В. Гриник встановлено, що високі температури повітря у період вегетації культури негативно впливають на врожайність соломи та насіння [23].

Особливістю льону-довгунця є те, що він продукує 2 види сировини – волокно та насіння, для яких оптимальний строк збирання є різний, що зумовлено неодноразовістю досягання насінневих коробочок на рослині та формування високоякісного волокна на початкових стадіях дозрівання [18]. Основна продукція льону-довгунця – це волокно, яке утворюється у стеблах рослини. Вихід його може бути 20–30 %. Його більше у довгих і тонких стеблах і воно кращої якості, ніж у товстих і коротких.

Із волокна виготовляють різні тканини, що відзначаються тривалим строком носіння, дуже гігієнічні і стійкі проти гниття. Це дуже цінний лляний батист, полотно, одяг.

Льон є найбільш самонесумісною культурою, слід повертати на те саме місце через 7 років на легких ґрунтах і через 5 – на суглинкових. За сіви на одному місці впродовж 4-х років поспіль рослини можуть загинути у фазі сходів. За частого повернення на одне і те саме місце настає льоновтома, яка викликається накопиченням в ґрунті шкідливої мікрофлори, зокрема грибів-збудників фузаріозного в'янення, фузаріозного побуріння, антракнозу, поліспоріозу, аскохітозу та ін., а також розвитком специфічних бур'янів (пажитниця льонова, шпергель льоновий, льонова повитиця та ін.). Льон добре росте після чистих від бур'янів багаторічних трав, картоплі. Слід відмітити, що на родючих ґрунтах після бобових багаторічних трав може спостерігатися вилягання посівів, а після картоплі – стократість розвитку рослин у зв'язку з нерівномірністю внесення органічних добрив під картоплю. Отже, кращим попередниками для льону є пшениця озима, яка вирощується після багаторічних трав і овес після картоплі [40].

Обробіток ґрунту та його ефективність залежить від багатьох чинників: типу ґрунту, погодних умов, норми та виду добрив і глибини їх внесення. За технологіями розробленими в Інституті сільського господарства Полісся НААН установлено, що під льон-довгунець доцільно проводити зяблевий, поліпшений зяблевий, напівпаровий обробіток ґрунту [13].

Дослідженнями П. А. Голобородька, К. Я. Короті встановлено, що на темно-сірих слабопідзолених ґрунтах Лісостепу Східного тривале застосування безполицевого обробітку у рівноцінних удобренних варіантах за врожайністю культур у сівозміні не поступається варіантові за виконання оранки. На врожайність і якість усіх культур сівозміни позитивно впливають внесені добрива, окрім врожайності насіння льону і якості волокна (добротності пряжі, тонины, розривне навантаження), оскільки у варіантах з добривами вони нижчі, порівняно з варіантами без внесення добрив [6].

Для підвищення продуктивності льону-довгунця є застосування позакореневого підживлення, яке має ряд переваг: внесення мінеральних добрив у ґрунт як основне та передпосівне удобрення дозволяє контролювати початкові фази росту і розвитку, позакореневе підживлення – забезпечує рослини елементами живлення у пізні фази вегетації. Упродовж усього періоду росту й розвитку рослини льону-довгунця споживають елементи живлення, але у різній кількості. Проростання відбувається за рахунок наявних у насінні запасів, однак до фази «ялинка» рослини споживають близько 16–36 % азоту, 6–15 фосфору та 11–12 % калію від загальної кількості. У фазі цвітіння рослини споживають азоту 60–84%, фосфору 63–80 і калію 71–90 %. Критичними в споживанні азоту є період від фази «ялинка» до повного цвітіння, фосфору – від сходів до утворення 10–12 листків, калію – за бутонізації [53].

Для вирощування льону-довгунця рекомендовані норми добрив складають $N_{15-30}P_{30-90}K_{60-105}$ [29, 41]. Однак, рівень мінерального удобрення визначається попередником та обробітком ґрунту. Так, у зерноотрав'яній ланці, де вносили 30 т/га гною під пшеницю озиму по скибі багаторічних трав, найвищими економічними показниками були за внесення під льон-довгунець добрив нормою $N_{15}P_{45}K_{60}$ [2].

І. П. Карпець стверджує, що внесення фосфорно-калійних добрив ефективно проводити восени під оранку чи глибоку культивування зябу [17]. Дослідженнями М. О. Шеремети встановлено, що одноразове внесення добрив у дозі $N_{45}P_{50}K_{60}$ перед сівбою забезпечує вищий врожай насіння порівняно з роздільним способом [42].

Особливо для льону важливі мікроелементи – бор і цинк. Для передпосівного оброблення насіння льону використовують (1,05%-й розчин борної кислоти, 0,02%-й розчин сульфату міді та 0,03%-й розчин сульфату цинку) [47].

Важливе значення для нормального росту й розвитку льону є вміст у ґрунті рухомих сполук бору. Його роль зводиться до створення сприятливих умов для розвитку провідної системи льону, внаслідок чого оптимізується транспортування вуглеводів, підвищується стійкість рослин проти ураження бактеріозом. Також

він позитивно впливає на запліднення, формування та досягання насіння. Особливо рослини льону відчувають нестачу бору на ґрунтах з рН 6,6–7,5. За нестачі бору в живленні льону на ґрунтах з рН >5,5 рослини вражаються кальцієвим хлорозом, тому слід застосовувати борні добрива в дозі 0,5–1,0 кг/га елемента. Особливо ефективні борні добрива на провапнованих ґрунтах, їх вносять у ґрунт або проводять позакореневе підживлення за висоти рослин до 10 см. У цей період виникає потреба в позакореновому підживленні цинком (0,5–0,7 кг/га). Також ефективно вносити мідні добрива на ґрунтах із низьким вмістом рухомої міді (<3,5 мг/кг).

У ґрунті дефіцит мікроелементів компенсують обробленнями ними насіння, а також застосуванням позакореневого підживлення рослин у фазу «ялинка» у поєднанні з внесенням гербіцидів. У період сходів – початок фази «ялинка» за висоти рослин 4–5 см посіви льону рекомендується підживити бором у дозі 100–200 г/га і цинком – 200–300 г/га у баковій суміші з інсектицидом проти льонової блішки. Максимальну дозу цих добрив необхідно вносити за низької і середньої забезпеченості ґрунту рухомими сполуками бору і цинку та за посушливих умов вегетаційного періоду.

За кислотності ґрунту рН 5,7–5,9 варто проводити позакореневе підживлення цими мікроелементами одночасно із внесенням 150–180 кг/га д. р. калійних добрив. За рН 6,0–6,2 дозу калійних добрив підвищують до 180–200 кг/га д. р. і однаковою дозою проводять два позакореневі підживлення мікроелементами: у фазу сходів – початку фази «ялинка» (до висоти рослин 4–5 см) і через 7–8 діб після першого [9].

За дослідженнями В. А. Гаврилюка, Г. М. Господаренка встановлено, що підживлення комплексними добривами з мікроелементами на хелатній основі підвищує врожай соломки і насіння льону-довгунця відповідно на 16–25 % і 19–26 % [10].

Дослідженнями встановлено, що за використання гумату калію кількість коробочок на рослині збільшилася на 0,8 шт., а за внесення біогумату і рокогуміну – по 0,3-0,4 шт./рослину [49].

Коноплі – це одна з важливих технічних культур, яка є найдавнішою і найбільш поширеною культурною рослиною [50, 51]. Однією з найбільш перспективних територій в Європі, яка придатна до культивування промислових конопель є Україна. Водночас вирощування промислових конопель в Україні потребує отримання відповідних дозвільних документів і дотримання низки умов.

Коноплі є однією з кращих рослин, яку можна використовувати для отримання волокна. Окрім того, що сама рослина дозволяє поліпшити якість ґрунту, на якому воно росте, приріст біомаси на 1 га коноплі, значно вище, ніж на такій самій площі лісу дерев'яних порід. Важливим фактором, який змушує багатьох звернути увагу на дану культуру, це зростаючий попит на волокно і насіння. Насіння в основному використовуються для отримання олії і шроту. Олія за своїми характеристиками володіє унікальними особливостями, що дозволяє використовувати його, як у промислових, так і в медичних цілях. Насіння конопель містить 30–35 % олії, 18–23 % білка, 20 %

крохмалю, 15 % клітковини, 4–5 % золи. Макуха конопель містить 7–10 % жиру, 25–30 % білку і є цінним концентрованим кормом для худоби. Олія попри свої високі смакові якості, багата на легкозасвоювані жирні кислоти – лінолеву, ліноленову, гамма-ліноленову, що сприяє утворенню гамма-глобуліну, який має протибактеріальні і протівірусні тіла [14]. Олія використовується у салатах, за виготовлення кондитерських виробів, випіканні здобного хліба тощо. Добувають її холодним і гарячим пресуванням [16].

Слід відмітити, що коноплі містять канабіноїди, які останнім часом використовують у медичній галузі [15, 45, 46]. Тому, основним завданням для науковців є створенням нових сучасних сортів конопель з підвищеним вмістом канабідіолу (КБД), особливо тих, які не є психотропними канабіноїдами. Нові сорти повинні характеризуватися незначним умістом або повною відсутністю тетрагідроканабінолу (ТГК). Відповідно до Закону України вміст ТГК у висушеній соломі медичних конопель не повинен перевищувати 0,3 % [32]. Основна цінність КБД у тому, що він характеризується великою кількістю терапевтичних ефектів [52].

Волокно конопель довге, грубе, але має велику міцність і не піддається гниттю при тривалому перебуванні у воді. З волокна виготовляють тканини, брезент, парусину, мішковину, пожежні рукави, канати, шпагат, шнури, цінний папір. Тканини з конопель антистатичні, гігієнічні, поглинають до 30 % поту і 95 % ультрафіолетових променів. *Продукція, зроблена з волокна технічних конопель, вважається якіснішою ніж, наприклад, із бавовни* [34, 48].

Із костриці (відходів первинної переробки конопель) виготовляють папір, пластмасу, будівельні теплоізоляційні та меблеві плити, фанеру, брикети для палива, целюлозу, за новими технологіями із волокна та костриці – оздоблювальні матеріали для офісів під дерево, мармур. Коноплесировина придатна для виготовлення окремих вузлів в авто- і літакобудуванні [26].

В Україні виробниче значення мають коноплі звичайні або посівні – однорічні дводомні роздільностатеві рослини, в яких чоловічі квітки розміщуються на одних рослинах, а жіночі – на інших. На сьогодні створені високопродуктивні одностатеві коноплі, які мають одночасне дозрівання. За показником урожайності насіння одностатевих сортів конопель показують кращі результати у порівнянні з дводомними. За дослідженнями М. Д. Мигаль зазначено, що у сортів дводомних конопель плодоносять лише жіночі рослини (матірка), тобто лише половина, а в сортів одностатевих конопель плодоносять практично всі [30]. Водночас слід відмітити, що в одностатевих конопель урожайність насіння досить сильно залежить від статевого складу популяції. Якщо популяцію представляє одностатєва фемінізована матірка, тоді урожайність насіння буде вищою порівняно з показником дводомної коноплі [31].

Коноплі висівають після озимих зернових, кукурудзи, буряків цукрових, картоплі, під які вносять високі норми органічних добрив. Також добрим попередником є зернові бобові культури. На полях після просапних культур: картоплі, кукурудзи, буряках цукрових, що

сприяє кращому засвоєнню післядії добрив унесених під попередник [7, 25].

Вирощують коноплі у польових або спеціальних сівозмінах після овочевих і просапних культур, зернобобових і багаторічних трав.

Після збирання ранніх попередників (озимих, зернобобових) проводять пошарове лущення стерні: I – дисковими знаряддями на глибину 6–8 см, друге – лемішними на 10–12 см. За розміщення конопель після пізніх культур (картоплі, буряків цукрових), оранку проводять відразу після збирання попередника на глибину не менше 25–27 см. За невеликої потужності орного шару ґрунту оранку проводять на неповну глибину [35].

Рано навесні проводять розпушування шлейф-боронами в агрегаті з важкими зубувими боронами. Одночасне проведення кількох операцій є досить ефективним. У районах достатнього зволоження на ущільнених ґрунтах і за внесення гною під зяблеву оранку, треба переорати ґрунт плугами з передплужниками в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками. Після цього проводять боронування боронами-культиваторами для розпушення ґрунту і знищення бур'янів [20].

Рослини конопель дуже чутливі до підвищеного рівня кислотності ґрунту. Оптимальна реакція ґрунту для них – рН 5,5–7,5. Вапнування проводять під попередник або безпосередньо під коноплі [12].

Коноплі посівні є дуже вимогливими до рівня родючості ґрунту і наявності в ньому легкозасвоюваних поживних речовин. За врожайності стебел 10 т/га коноплі виносять з ґрунту: азоту – 200 кг, фосфору – 60 і калію 100–120 кг [14]. *Норми внесення добрив залежить від ґрунтово-кліматичних умов.*

У системі удобрення конопель посівних важливе місце належить органічним добривам. Гній вносять під посіви попередників або безпосередньо під коноплі. Під коноплі рекомендують вносити гній після просапних культур, але не більше 20 т/га, на вилужених чорноземах і сірих лісових ґрунтах – 20–30, на опідзолених суглинкових ґрунтах і середньокультурених польових ґрунтах – 30–40, на залізних заплавлених ґрунтах і вилужених чорноземах Північного Кавказу і чорноземах півдня України – 10–20 т/га. Для підживлення конопель використовують різні компости. Рекомендовано їх застосовувати для підживлення широкорядних насіннєвих посівів [36]. *У посушливих районах внесення більше 40 т/га гною є недоцільним.*

За попередніми дослідженнями встановлено, що оптимальна доза азоту становить 200 мг/кг, фосфору і калію – по 100–150 мг/кг ґрунту. За умов достатнього зволоження вони можуть витримувати досить високу концентрацію поживних речовин у ґрунті, а саме: азоту – 400 мг, фосфору і калію – по 300 мг/кг ґрунту, що не призводить до токсикації рослин [12].

Висновок. Отже, аналіз сучасного стану вирощування технічних культур у Лісостеповій зоні України показує, що галузь перебуває на етапі поступового відродження. В останні роки площі під льоном і коноплями зростають, що зумовлено підвищеним попитом на органічні продукти, розвитком екологічного землеробства та впровадженням новітніх технологій у сфері сільського

господарства. Зростаючий світовий попит на екологічно чисту сировину відкриває перед українськими виробниками нові можливості для розширення виробництва та експорту продукції з високою доданою вартістю.

Водночас проаналізований напрямок стикається з низкою проблем, серед яких недостатня державна підтримка, складна система сертифікації сортів, а для вирощування конопель і отримання відповідних дозвільних документів та обмежені можливості для переробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Біднина І. О. Ефективність удобрення льону олійного на темнокаштановому ґрунті півдня України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2014. Вип. 21. С. 60–64.
- Білявський Ю. А. Агроекологічна ефективність добрив та способів основного обробітку сірих опідзолених ґрунтів в умовах Полісся: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Київ, 2002. 18 с.
- Вишнівська Ю. С. Вплив системи удобрення на формування продуктивності льону олійного. *Вісник аграрної науки*, 2012. № 5. С. 77–78.
- Вплив відокремлюваності на якісні й кількісні показники волокна льону / Р. Н. Гілязетдінов та ін. *Вісник ХНТУ*. 2009. № 3(36). С. 35–37.
- Голобородько П. А., Логінов М. І., Ситник В. П. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця: практичні рекомендації. Глухів : ГДПУ, 2006. С. 6–11.
- Голобородько П. А., Коротя К. Я. Ресурсозберігаюча технологія вирощування льону-довгунця. Селекція, технологія виробництва та первинної переробки льону і конопель. Глухів, 2000. С. 119–128.
- Горшкова Л. М. Каннабіс : монографія. Глухів : РВВ ГДПУ, 2008. Ч. II. 152 с.
- Господаренко Г. М. Агрохімія : підручник. Київ : ТОВ « СІК ГРУП Україна », 2015. 406 с.
- Господаренко Г. М. Агрохімія мікроелементів. Київ : ТОВ «ТРОПЕА», 2023. С. 321–322.
- Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2002. 344 с.
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL : <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyster-sortiv-roslin> (дата звернення : 20.02.2025)
- Довідник конопляра / В. Г. Вировець, Р. Н. Гілязетдінов, П. А. Голобородько та ін.; за ред. П. А. Голобородька. Київ : Урожай, 1994. 80 с.
- Дорота Г. М., Шувар А. М., Терешко Р. В. Продуктивність колекційних зразків льону в умовах Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2013. Вип. 55 (II). С. 44–49.
- Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 591 с.
- Кабанець В. М. Вплив генотипу на формування врожаю конопель посівних. *Підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції в північно-східному регіоні України* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 20–21 лютого 2014 року. Суми : ВВП «Мрія – 1», 2016. С. 134–135.
- Кабанець В. М., Ситник В. П., Стребуль В. В. Насіннева продуктивність конопель. *Насінництво*. 2009. № 4. С. 23–26.
- Карпець І. П. Інтенсивна технологія вирощування льону-довгунця. Київ : Урожай, 1990. 112 с.
- Карпець І. П., Острик І. М. Збереження врожаю і якості продукції льону-довгунця прийомами збирання і післязбиральної обробки. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 6. С. 34–37.
- Кириченко В. В. Визначення оптимальних параметрів виробництва олійних культур: метод. реком. Харків: «Магда LTD», 2012. С. 67–78.
- Коваленко О. А., Ляліна Н. П. Обґрунтування технологічних прийомів вирощування конопель в південному Степу та визначення оптимальних способів їх обробки. Проблеми і перспективи в селекції, технології вирощування, збиранні, переробці та стандартизації луб'яних культур : мат. наук.-техн. конф. мол. вчених, 6–8 грудня 2004 р. Глухів : ІЛК, 2006. С. 25–30.
- Коваль С. П., Єщенко В. О. Весняні запаси ґрунтової вологи та їх витрачання за вегетацію льону олійного після різних попередників. *Вісник ХНАУ*. 2009. № 3. С. 135–139.
- Когут І. М. Формування урожаю, якості зерна і насіння озимої пшениці при викоистанні олійних культур як попередників в умовах південного Степу: автореф. дис... канд. с.-г. наук. Херсон, 2009. 18 с.
- Корнута Ю. П., Гриник І. В. Реакція рослин льону на застосування біопрепаратів за різних погодних умов року. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 2. С. 64–69.
- Лазер П. Н., Рудік О. Л. Елементи адаптивної технології вирощування льону олійного в зоні південного Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. Вип. 18. С. 99–105.
- Лайко І. М. Теоретичні і практичні основи селекції закріплення одностомності, елімінації канабіноїдів та підвищення продуктивності конопель : автореф. дис. д. с.-г. наук : 06.01.05. Харків, 2012. 52 с.
- Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
- Махно Т. О. Ефективність виробництва льону олійного на основі впровадження нових сортів. *Агроінком*. 2007. № 3–4. С. 40–43.
- Майчук В. М. Вплив удобрення й норм висіву на формування врожайності нових сортів льону довгунцю. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ : ВД «ЕКМО», 2007. Вип. 79. С. 87–91.
- Мигаль М. Д. Біологія формування насінневої продуктивності конопель: монографія. Суми : Видавничий будинок «Еллада», 2015. 233 с.
- Мірзоев Т. Д. Сучасний стан і перспективи виробництва нішевих технічних культур. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 1 (271). С. 6–14. <https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-271-6-14>
- МОЗ: обіг медичного канабісу в Україні буде прозорим і на 100% простежуваним. 2024. URL : <https://moz.gov.ua/uk/moz-obig-medichnogo-kanabisu-v-ukrayini-bude-prozorim-i-na-100-prostezhuvanim> (дата звернення : 02.03.2025).
- Наукові основи комплексної переробки стебел та насіння льону олійного : монографія /

- Л. А. Чурсіна, Г. А. Тіхосона, О. О. Горач, Т. І. Янюк; під ред. Л. А. Чурсіної. Херсон : Олді-плюс, 2011. 356 с.
34. Резвих Н. І. Світовий та вітчизняний досвід використання стебел конопель. Легка промисловість. 2010. № 2. С. 34–36.
 35. Резвих Н. І., Ляліна Н. П. Обґрунтування інтенсивних технологій приготування трести безнаркотичних конопель. *Інноваційні технології в АПК* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, 4–6 червня 2009 р. Вип. 18. Луцьк : ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2009. С. 399–404.
 36. Рекомендації по вирощуванню льону-довгунця і конопель різних напрямків використання / В. М. Кабанець, Р. Н. Гілязетдінов, О. Л. Коваленко, В. М. Кулик. Глухів : Дослідна станція луб'яних культур Інститут СГ ПС НААН. 2013. 16 с.
 37. Рослинництво : підручник / С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я. Дмитришак, О. М. Козяр, Г. І. Демидась ; за ред. О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.
 38. Тараймович І. В. Особливості первинної переробки стебел льону олійного в умовах Західного Полісся. *Технологічні комплекси*. 2010. № 2. С. 108–113.
 39. Товстановська Т. Г., Першина А. Увагу льону олійному. *Farmer*. 2009. С. 44–47.
 40. Хоненко Л. Г. Технічні культури : опорний конспект. Миколаїв, 2020. С. 83–84.
 41. Шалівський С. В., Рибак М. Ф. Продуктивність сортів льону довгунцю залежно від способу сівби та рівня мінерального живлення. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Київ : «ЕКМО», 2009. Вип. 81. С. 94–98.
 42. Шеремета М. О. Вплив норм і способів внесення добрив на врожай і якість льону-довгунця. Дослідна станція – колгоспам: результати наук. досліджень Івано-Франківської державної сільськогосподарської дослідної станції за 1956–1966 роки. Ужгород: Карпати, 1967. С. 103–107.
 43. Шувар А., Сало Я. Застосування комплексних мікродобрив та біопрепаратів за органічного виробництва льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2021. Вип. 29 (43). С. 184–193. [https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29\(43\)-17](https://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-17)
 44. Gan Y., Basnyat P., McDonald C.L., Campbell C.A., Liu L. Water use and distribution profile under pulse and oilseed crops in semiarid northern high latitude areas. *Agric. Water Manage.* 2009. Vol. 96. P. 337–348.
 45. Kabanets V., Hiliyetdinov R., Zhuplatova L. Activities of the Institute of Bast Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine. *Euroflax*. 2010. № 1(33). P. 13–14.
 46. Laiko I. M., Vyrovets V. H., Kyrychenko H. I., Mishchenko S. V., Kmets I. L. Contemporary fibre level in non-narcotic varieties of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 68–75. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2015.54033>
 47. Nanopreparations in technologies of plantsgrowing / S. Kalenska et al. *AgronomyResearch*. 2021. Vol. 19(S1). P. 795–808. <https://doi.org/10.15159/AR.21.017>
 48. Oomah B. D., Busson M., Godfrey D. V., Drover J. C. G. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chem.* 2002. № 76(1). P. 33–43. [https://doi.org/10.1016/S0308.8146\(01\)00245](https://doi.org/10.1016/S0308.8146(01)00245)
 49. Realization of genetic potential of fiber flax varieties under the influence of growth stimulators of organic origin. *Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations*: International Scientific and Practical Conference. FARBA, 2021. Vol. 254. 10 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125403004>
 50. Russo E. B. History of cannabis and its preparations in saga, science, and sobriquet. *Chemistry & Biodiversity*. 2007. Vol. 4, Iss. 8. P. 1614–1648. <https://doi.org/10.1002/cbdv.200790144>.
 51. Schluttenhofer C., Yuan L. Challenges towards revitalizing hemp: a multifaced crop. *Trends in Plant Science*. 2017. Vol. 22, Iss. 11. P. 917–929. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.08.004>.
 52. Schumann E. Peil A., Weber W. E. Preliminary results of German field trial with different hemp (*Cannabis sativa* L.) accessions. *Genet. Resources Crop Evolut.* 1999. Vol. 46, № 4. P. 399–407.
 53. Yanishevskyi L. I., Matsiichuk V. M. Influence of the cultivation technology elements on the seed yield of oil flax varieties. *Plant Var. Stud. Prot.* 2015. V. 1. P. 31–33.

REFERENCES:

1. Bidnyina, I. O. (2014). *Efektivnist udobrennia lonu oliinoho na temnokashtanovomu hrunti pivdnia Ukrainy* [The effectiveness of fertilizing oil flax on dark chestnut soil of southern Ukraine. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of the National Academy of Sciences of Ukraine]. *Zaporizhzhia*, 21, 60–64. [in Ukrainian]
2. Biliavskiy, Yu. A. (2002). *Ahroekologichna efektyvnist dobyv ta sposobiv osnovnoho obrobittu sirykh opidzolenykh hruntiv v umovakh Polissia: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk* [Agroecological efficiency of fertilizers and methods of primary income of gray podzolized soils in the conditions of Polissya: author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Kyiv, 18. [in Ukrainian]
3. Vyshnivska, Yu. S. (2012). *Vplyv systemy udobrennia na formuvannya produktyvnosti lonu oliinoho* [The influence of the improvement system on the formation of oil flax productivity]. *Bulletin of Agrarian Science*, 5, 77–78. [in Ukrainian]
4. Hiliyetdinov, R. N., & Kropchenko, L. A. (Eds.). (2009). *Vplyv vidokremlivannosti na yakisni y kilkisni pokaznyky volokna lonu* [The influence of separation on qualitative and quantitative indicators of flax fiber]. *Bulletin of KhNTU*, 3(36), 35–37. [in Ukrainian]
5. Holoborodko, P. A., Lohinov, M. I., & Sytnyk, V. P. (2006). *Resursozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia lonu-dovhuntsia: prakt. rekom.* [Resource-saving technology of growing long-stem flax: practical recommendations]. Glukhiv: GDPU, 6–11. [in Ukrainian]
6. Holoborodko, P. A., & Korotia, K. Ya. (2000). *Resursozberihaiucha tekhnolohiia vyroshchuvannia lonu-dovhuntsia* [Resource-saving technology of growing long-stem flax]. *Breeding, technology of production and primary processing of flax and hemp*. Glukhiv, 119–128. [in Ukrainian]
7. Horshkova, L. M. (2008). *Kannabis : monohrafiia* [Cannabis: a monograph]. Hlukhiv : RVV HDPU, 152. [in Ukrainian]

8. Hospodarenko, H. M. (2015). *Ahrokhiimiia : pidruchnyk* [Agrochemistry: a textbook]. Kyiv : TOV «SIK HRUP Ukraina», 406. [in Ukrainian]
9. Hospodarenko, H. M. (2023). *Ahrokhiimiia mikroelementiv* [Agrochemistry of microelements]. Kyiv : TOV «TROPEA», 321-322. [in Ukrainian]
10. Hospodarenko, H. M. (2002). *Osnovy intehrovanoho zastosuvannia dobryv* [Fundamentals of integrated application of fertilizers]. Kyiv : ZAT «Nichlava», 344. [in Ukrainian]
11. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini* [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine]. Retrieved from <https://minagro.gov.ua/file-storage/reiestr-sortiv-roslyn> (access date: 02/20/2025). [in Ukrainian]
12. Vyrovets, V. V. G., Gilyazetdinov, R. N., & Holoborodko, P. A. (Eds.). (1994). *Dovidnyk konopliara* [Hemp grower's guide]. Kyiv: Urozhay, 80. [in Ukrainian]
13. Dorota, H. M., Shuvar, A. M., & Tereshko, R. V. (2013). *Produktyvnist kolektsiinykh zrazkiv lonu v umovakh Lisostepu Zakhidnoho* [Productivity of collection samples of flax in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Foothill and Mountain Agriculture and Livestock, 55(2), 44-49. [in Ukrainian]
14. Zinchenko, O. I., Salatenko, V. N., & Bilonozhko, M. A. (2001). *Roslynnystvo : pidruchnyk* [Crop production: a textbook]. Kyiv: Agrarian Education, 591. [in Ukrainian]
15. Kabanets, V. M. (2016). *Vplyv henotypu na formuvannia vrozhaiu konopel posivnykh* [Influence of genotype on the formation of the yield of hemp seeds]. Increasing the efficiency of agricultural production in the north-eastern region of Ukraine: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. Sumy : VVP «Mriia-1», 134-135. [in Ukrainian]
16. Kabanets, V. M., Sytnyk, V. P., & Strebul, V. V. (2009). *Nasinnieva produktyvnist konopel* [Seed productivity of hemp]. Seed production, 4, 23-26. [in Ukrainian]
17. Karpets, I. P. (1990). *Intensyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia lonu-dovhuntsia* [Intensive technology of growing long flax]. Kyiv: Urozhay, 112. [in Ukrainian]
18. Karpets, I. P., & Ostryk, I. M. (2002). *Zberezhennia vrozhaiu i yakosti produktsii lonu-dovhuntsia prydomamy zbyrannia i pisliazbyralnoi obrobky* [Preservation of the harvest and quality of long flax products by harvesting and post-harvest processing methods]. Bulletin of Agrarian Science, 6, 34-37. [in Ukrainian]
19. Kyrychenko, V. V. (2012). *Vyznachennia optymalnykh parametriv vyrobnytstva oliinykh kultur: metod. rekom.* [Determination of optimal parameters of oilseed production: a method. rec.]. Kharkiv: «Mahda LTD», 67-78. [in Ukrainian]
20. Kovalenko, O. A., & Lialina, N. P. (2004). *Obgruntuvannia tekhnolohichnykh pryomiv vyroshchuvannia konopel v pivdennomu Stepu ta vyznachennia optymalnykh sposobiv yikh obrobky* [Justification of technological methods of growing hemp at the southern stage and determination of optimal methods of their processing]. Problems and prospects in breeding, technology of growing, harvesting, processing and standardization of bast crops: mat. nauk.-techn. conf. junior scientists. Glukhiv: ILK, 2006, 25-30. [in Ukrainian]
21. Koval, S. P., & Yeshchenko, V. O. (2009). *Vesniani zapasy gruntovoi volohy ta yikh vytrachannia za vehetatsiiu lonu oliinoho pislia riznykh poperednykh* [Spring reserves of justified moisture and their research during the vegetation of oil flax after various predecessors]. Bulletin of the KhNAU, 3, 135-139. [in Ukrainian]
22. Kohut, I. M. (2009). *Formuvannia urozhaiu, yakosti zerna i nasinnia ozymoi pshenytsi pry vykoystanni oliinykh kultur yak poperednykh v umovakh pivdennoho Stepu: avtoref. dys... kand. s.-h. nauk* [Formation of yield, grain quality and winter wheat content when using oilseeds as precursors in the conditions of the southern Steppe: author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Kherson, 18. [in Ukrainian]
23. Kornuta, Yu. P., & Hrynyk, I. V. (2014). *Reaktsiia roslyn lonu na zastosuvannia biopreparativ za riznykh pohodnykh umov roku* [Reaction of flax plants to the use of biological products under different weather conditions of the year]. Agroecological Journal, 2, 64-69. [in Ukrainian]
24. Lazer, P. N., & Rudik, O. L. (2013). *Elementy adaptivnoi tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho v zoni pivdennoho Stepu Ukrainy* [Elements of adaptive technology for growing oilseed flax in the southern Steppe zone of Ukraine]. Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of the National Academy of Sciences of Ukraine, 18, 99-105. [in Ukrainian]
25. Laiko, I. M. (2012). *Teoretychni i praktychni osnovy selektsii zakriplennia odnodomnosti, eliminatsii kanabinoidiv ta pidvyshchennia produktyvnosti konopel : avtoref. dys. d. s.-h. nauk* [Theoretical and practical bases of selection of fixing monoeciousness, elimination of cannabinoids and increase of productivity of hemp: author's abstract of dissertation of doctor of agricultural sciences]. Kharkiv, 52. [in Ukrainian]
26. Lykhochvor, V. V. (2004). *Roslynnystvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur* [Crop production. Technologies of growing agricultural crops]. Kyiv: Center of educational literature, 808. [in Ukrainian]
27. Lykhochvor, V. V., & Petrychenko, V. F. (2006). *Roslynnystvo. Suchasni intensyvnii tekhnolohii vyroshchuvannia osnovnykh polovykh kultur* [Crop production. Modern intensive technologies of growing main field crops]. Lviv : NVF «Ukrainski tekhnolohii», 730. [in Ukrainian]
28. Makhno, T. O. (2007). *Efektivnist vyrobnytstva lonu oliinoho na osnovi vprovadzhennia novykh sortiv* [Efficiency of production of oil flax based on introduction of new varieties]. Agroikom, 3-4, 40-43. [in Ukrainian]
29. Matsichuk, V. M. (2007). *Vplyv udobrennia y norm vysivu na formuvannia vrozhaivosti novykh sortiv lonu dovhuntsiu* [The influence of fertilization and seeding rate on the formation of the yield of new varieties of long-stem flax. Agriculture: interdisciplinary thematic scientific collection]. Kyiv : Publishing House «EKMO», 79, 87-91. [in Ukrainian]
30. Myhal, M. D. (2015). *Biolohiia formuvannia nasinnievoi produktyvnosti konopel: monohrafiia* [Biology of the formation of seed productivity of hemp: a monograph]. Sumy: Publishing House «Ellada», 233. [in Ukrainian]
31. Mirzoiev, T. D. (2024). *Suchasnyi stan i perspektyvy vyrobnytstva nishevykh tekhnichnykh kultur* [Current state and prospects of production of niche industrial crops]. Current problems of economy, 1 (271), 6-14. doi: 10.32752/1993-6788-2024-1-271-6-14 [in Ukrainian]

32. MOZ: obih medychnoho kanabisu v Ukraini bude prozorym i na 100% prostezhuvanyim [Ministry of Health: the circulation of medical cannabis in Ukraine will be transparent and 100% traceable]. (2024). Retrieved from <https://moz.gov.ua/uk/moz-obig-medichnogo-kanabisu-v-ukrayini-bude-prozorim-i-na-100-prostezhuvanim> (access date: 02.03.2025). [in Ukrainian]
33. Chursina, L. A., Tikhosona, H. A., Horach, O. O., & Yaniuk, T. I. (2011). *Naukovi osnovy kompleksnoi pererobky stebel ta nasinnia lonu oliinoho : monohrafiia* [Scientific foundations of complex processing of stalks and seeds of oil flax: a monograph]. Kherson : Oldiplius, 356. [in Ukrainian]
34. Rezvykh, N. I. (2010). *Svitovyi ta vitchyzniani dosvid vykorystannia stebel konopel* [World and domestic experience in the use of hemp stalks]. Light Industry, 2, 34-36. [in Ukrainian]
35. Rezvykh, N. I., & Lialina, N. P. (2009). *Obgruntuvannia intensyvnikh tekhnolohii pryhotuvannia tresty bez-narkotychnykh konopel* [Justification of intensive technologies for the preparation of drug-free hemp trusts]. Innovative technologies in agriculture: materials of the international scientific-practical conference of young scientists, 18. Luts'k: editorial department of LNTU, 399-404. [in Ukrainian]
36. Kabanets, V. M., Hiliatzedinov, R. N., Kovalenko, O. L., & Kulyk, V. M. (2013). *Rekomendatsii po vyroshchuvanniu lonu-dovhuntsia i konopel riznykh napriamkiv vykorystannia* [Recommendations for the cultivation of long flax and hemp of various uses]. Hlukhiv : Doslidna stantsiia lubianykh kultur Instytut SH PS NAAN, 16. [in Ukrainian]
37. Kalenska, S. M., Shevchuk, O. Ya., Dmytryshak, M. Ya., Koziar, O. M., & Demydas, H. I. (2005). *Roslynnytstvo : pidruchnyk* [Crop production: a textbook]. Kyiv: NAUU, 502. [in Ukrainian]
38. Taraimovych, I. V. (2010). *Osoblyvosti pervynnoi pererobky stebel lonu oliinoho v umovakh Zakhidnoho Polissia* [Features of primary processing of oil flax stems in the conditions of Western Polissya]. Technological complexes, 2, 108-113. [in Ukrainian]
39. Tovstanova, T. H., & Pershyna, A. (2009). *Uvahu lonu oliinomu* [Attention to oil flax]. Farmer, 44-47. [in Ukrainian]
40. Khonenko, L. H. (2020). *Tekhnichni kultury : oporny konspekt* [Technical crops: a reference notes]. Mykolaiv, 83-84. [in Ukrainian]
41. halivskyi, S. V., & Rybak, M. F. (2009). *Produktyvnist sortiv lonu dovhuntsiu zalezno vid sposobu sivy ta rivnia mineralnogo zhyvlennia* [Productivity of long-stem flax varieties depending on the sowing method and the level of mineral nutrition]. Agriculture: interdisciplinary thematic scientific collection. Kyiv : «ЕКМО», 81, 94-98. [in Ukrainian]
42. Sheremeta M. O. (1967). *Vplyv norm i sposobiv vnesenia dobryv na vrozhai i yakist lonu-dovhuntsia* [The influence of norms and methods of fertilizer application on the yield and quality of long-stem flax]. Experimental station – collective farms: results of scientific research of the Ivano-Frankivsk State Agricultural Experimental Station for 1956-1966. Uzhgorod: Karpaty, 103-107. [in Ukrainian]
43. Shuvar A., & Salo Ya. (2021). *Zastosuvannia kompleksnykh mikrodobryv ta biopreparativ za orhanichnogo vyrobnytstva lonu oliinoho* [Application of complex fertilizers and biopreparations in organic production of oil flax]. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine, 29 (43), 184-193. doi:10.31473/2305-5987-2021-1-29(43)-17 [in Ukrainian]
44. Gan, Y., Basnyat, P., McDonald, C. L., Campbell, C. A., & Liu, L. (2009). *Water use and distribution profile under pulse and oilseed crops in semiarid northern high latitude areas*. Agric. Water Manage, 96, 337-348.
45. Kabanets, V., Hiliatzedinov, R., & Zhuplatova, L. (2010). *Activities of the Institute of Bast Crops of the National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine*. Euroflax, 1(33), 13-14.
46. Laiko, I. M., Vyrovets, V. H., Kyrychenko, H. I., Mishchenko, S. V., & Kmets, I. L. (2015). *Contemporary fibre level in non-narcotic varieties of hemp (Cannabis sativa L.)*. Plant Breeding and Seed Production, 107, 68-75. doi: 10.30835/2413- 7510.2015.54033
47. Kalenska, S., & Novytska, N. (Eds.). (2021). *Nanopreparations in technologies of plant growing*. Agronomy research, 19(1), 795-808. doi: 10.15159/AR.21.017
48. Oomah, B. D., Busson, M., Godfrey, D. V., Drover, J. C. G. (2002). *Characteristics of hemp (Cannabis sativa L.) seed oil*. Food Chem, 76(1), 33-43. doi: 10.1016/S0308.8146(01)00245.
49. *Realization of genetic potential of fiber flax varieties under the influence of growth stimulators of organic origin* (2021). Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations: International Scientific and Practical Conference. FARBA, 254, 10. doi: 10.1051/e3sconf/202125403004
50. Russo, E. B. (2007). *History of cannabis and its preparations in saga, science, and sobriquet*. Chemistry & Biodiversity, 4(8), 1614-1648. doi: 10.1002/cbdv.200790144.
51. Schluttenhofer, C., Yuan, L. (2017). *Challenges towards revitalizing hemp: a multifaced crop*. Trends in Plant Science, 22(11), 917-929. doi: 10.1016/j.tplants.2017.08.004.
52. Schumann, E., Peil, A., & Weber, W. E. (1999). *Preliminary results of German field trial with different hemp (Cannabis sativa L.) accessions*. Genet Resources Crop Evolut, 46(4), 399-407.
53. Yanishevskyi, L. I., & Matsiichuk, V. M. (2015). *Influence of the cultivation technology elements on the seed yield of oil flax varieties*. Plant Var. Stud. Prot, 1, 31-33.

Дрозд О.М., Шувар А.М., Шувар Н.Б. Наукове обґрунтування реалізації потенціалу технічних культур в агротехнологіях Лісостепу України (оглядова)

У статті досліджено перспективи вирощування технічних культур у Лісостеповій зоні України, зокрема льону олійного та прядивного, конопель, які мають значний економічний, агротехнологічний та екологічний потенціали. Проведено аналіз сучасного стану галузі, зокрема основні тенденції розвитку, виробничі показники і роль технічних культур у структурі аграрного сектору. Висвітлено основні агротехнологічні особливості вирощування льону та конопель у Лісостепу, враховуючи вплив ґрунтово-кліматичних умов, оптимальні

системи удобрення, сівозміни та методи боротьби з шкідниками і хворобами.

Проаналізовано сучасні виклики, які можуть гальмувати розвиток цього напрямку в Україні, серед яких зміни клімату, законодавчі обмеження, конкуренція на міжнародному ринку, недостатня переробна інфраструктура та обмежений доступ до державної підтримки.

Досвід провідних країн, зокрема Франції, Канади, Німеччини та Китаю, показує, що ефективний розвиток галузі можливий за умови поєднання сучасних технологій вирощування, активної кооперації виробників, підтримки з боку держави та розвитку переробних потужностей. Ураховуючи ці фактори, окреслено стратегічні напрями розвитку технічних культур у Лісостеповій зоні України, включаючи адаптацію міжнародних практик, розширення внутрішнього ринку, залучення інвестицій, удосконалення законодавчої бази та впровадження інноваційних технологій.

Запропоновані заходи можуть сприяти підвищенню конкурентоспроможності українських виробників на світовому ринку, зміцненню експортного потенціалу та забезпеченню сталого розвитку аграрного сектору України.

Отже, вирощування технічних культур у Лісостеповій зоні України перебуває на етапі поступового відродження. Проте, вирощування конопель, льону олійного і прядивного потребує подальших досліджень, які будуть спрямовані на вирішення нагальних сільськогосподарських проблем.

Ключові слова: агротехнології, технічні культури, льон олійний, льон прядивний, коноплі, удобрення.

Drozd O.M., Shuvar A.M., Shuvar N.B. Scientific substantiation of the realization of the potential of industrial crops in agrotechnologies of the Forest-Steppe of Ukraine (review)

The article examines the prospects for growing industrial crops in the forest-steppe zone of Ukraine, in particular,

oil and fiber flax, hemp, which have significant economic, agrotechnological and environmental potential. The current state of the industry is analyzed, in particular, the main development trends, production indicators and the role of industrial crops in the structure of the agricultural sector. The main agrotechnological features of growing flax and hemp in the forest-steppe are highlighted, taking into account the influence of soil and climatic conditions, optimal fertilization systems, crop rotation and methods of combating pests and diseases.

The current challenges that may hinder the development of this direction in Ukraine are analyzed, including climate change, legislative restrictions, competition on the international market, insufficient processing infrastructure and limited access to state support.

The experience of leading countries, in particular France, Canada, Germany and China, shows that effective development of the industry is possible if modern cultivation technologies are combined, active cooperation of producers, support from the state and development of processing capacities are combined. Taking into account these factors, strategic directions for the development of industrial crops in the Forest-Steppe zone of Ukraine are outlined, including the adaptation of international practices, expansion of the domestic market, attraction of investments, improvement of the legislative framework and introduction of innovative technologies.

The proposed measures can contribute to increasing the competitiveness of Ukrainian producers in the world market, strengthening export potential and ensuring sustainable development of the agricultural sector of Ukraine.

Thus, the cultivation of industrial crops in the Forest-Steppe zone of Ukraine is at the stage of gradual revival. However, the cultivation of hemp, oilseed and fiber flax requires further research, which will be aimed at solving urgent agricultural problems.

Key words: agrotechnology, industrial crops, oil flax, fiber flax, hemp, fertilizers.

ОСНОВНІ ХВОРОБИ РІПАКА В УКРАЇНІ

ЖУРАКОВСЬКИЙ І.С. – аспірант

orcid.org/0009-0000-2930-2473

Державний біотехнологічний університет

СТАНКЕВИЧ С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-8300-2591

Державний біотехнологічний університет

ЖУКОВА Л.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-1549-8019

Державний біотехнологічний університет

ГОРЯІНОВА В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-4883-0770

Державний біотехнологічний університет

КОШЕЛЯЄВА Я.В. – кандидат сільськогосподарських наук, викладач

orcid.org/0000-0002-5164-3204

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Ріпак – природний гібрид капусти лискової та польової. Він був відомий у культурі ще за 4 тис. років до н. е. [25]. Його батьківщина – Середземноморські країни, звідки він поширився в Азію, а у XIV ст. у Західну Європу, де понині є однією з головних олійних культур. В Україну, імовірно, ріпак завезено в середині XVIII ст. Нині його світові посіви становлять понад 40 млн га. Як озиму культуру ріпак вирощують у Голландії, Франції, Бельгії, Швеції, Англії, Польщі. В Україні посіви озимого ріпаку зосереджені переважно в правобережній частині Лісостепу і становлять близько 1 млн га при урожайності насіння 2,2–2,8 т/га [3, 25].

Батьківщина ріпака ярого – Європа. Нині він поширений у Канаді, Індії, Китаї, Пакистані, де займає площу, більшу, ніж озимий ріпак. Світові посівні площі сягають близько 10 млн га. На сьогоднішній день посівні площі ріпака ярого в Україні становлять біля 50 тис га у Сумській, Київській, Чернігівській та Житомирській областях при урожайності насіння 1,2–1,8 т/га [4, 25].

На шляху до отримання високих урожаїв ріпака щороку стають хвороби різної етіології, які знижують кількісні та якісні показники врожаю на 30–40 % і більше [6, 7, 21, 22, 27, 28, 30, 41].

Мета – провести критичний аналіз наукових та науково-популярних літературних джерел, щодо хвороб ріпака в Україні.

Матеріали та методика досліджень. З метою встановлення видового складу основних хвороб ріпака в Україні, які мають економічне значення нами було проаналізовано 70 наукових та науково-популярних літературних джерел щодо хвороб ріпака та заходів з обмеження їхньої шкідливості [1–70].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ріпак (озимий чи ярий) вирощують в усіх агрокліматичних зонах України. І майже щороку вирощування високих урожаїв неможливе без застосування фунгіцидів.

Несправжня борошниста роса, або пероноспороз. Хвороба поширена на заході та у центрі України, а у вологі роки – і на півдні. Проявляється після появи

сходів на сім'ядолях і справжніх листках у вигляді буро-зелених, жовтих розпливчастих плям, на яких знизу у вологу погоду з'являється слабкий наліт, спочатку білий, а далі сіро-фіолетовий. Часто плями зливаються і утворюються значні ураження поверхні листка. Листки жовтіють і передчасно відмирають. Плями на стеблах і стручках округлі або видовжені, світло-бурі трохи вдавлені у тканину, а далі вкриваються сіро-фіолетовим нальотом (конідіальне спороношення гриба). На ріпаку ярому набуває масового поширення у фазу бутонізації – початку цвітіння [26].

Збудник хвороби гриб *Peronospora parasitica* Fries, (*P. brassicae* Gaeum.) із відділу Oomycota, порядку Peronosporales, який впродовж вегетації ріпака формує кілька генерацій конідіального спороношення, а в уражених тканинах статевим шляхом утворює ооспори. Конідії і ооспори проростають у вигляді міцеліального ростка. Збудник також уражує інші капустяні культури. Розвитку захворювання сприяють висока вологість повітря (80–100 %), прохолодна дощова погода (8–16 °C), ясні роси і їхнє тривале перебування на рослинах, загущені посіви та надмірне підживлення рослин азотними добривами [47].

Основним джерелом інфекції є уражені рослини ріпака озимого, інших озимих капустяних і заражене насіння, у якому зимує грибниця збудника. Додатковим джерелом інфекції є уражені рештки рослин з ооспорами гриба. На ріпаку озимому шкідливість хвороби проявляється в ураженні листків восени, через що рослини є менш підготовленими до зими, внаслідок чого навіть за незначних коливань температур узимку і весною вони гинуть. Шкода проявляється також у зменшенні асиміляційної поверхні рослин, зниженні їхньої насінневої продуктивності. При ранньому ураженні стручків насіння у них не формується, а якщо і утворюється, то воно є щуплим і недорозвинутим. Недобір врожаю може досягати 10–30 % [48].

Заходи захисту. Вирощування стійких до хвороби сортів і гібридів, дотримання сівозміни, оптимальні строки сівби, передпосівне протруювання насіння, а за

необхідності обприскування посівів дозволеними до застосування фунгіцидами [49].

Чорна плямистість, або альтернаріоз. Перші ознаки проявляються у вигляді поздовжніх чорних дещо вдавнених смуг на підсім'ядольному коліні. На сім'ядолях і розеткових листках утворюються різко обмежені зональні округлі плями чорно-бурого чи темно-сірого забарвлення. На ліроподібно-перистонадрізнаних листках з'являються темно-коричневі, майже чорні або світло-сірі округлі зональні плями діаметром до 1,0–1,5 мм, їхній розмір та забарвлення залежить від видової приналежності збудника. Часто навколо плям спостерігається світло-зелена чи жовта хлоротична облямівка. На гілках і стеблах плями є різними за величиною та формою, зазвичай витягнуті, темні, блискучі, часто зливаються, охоплюють значну частину поверхні стебел чи гілок. На стручках утворюються блискучі чорні дрібні плями чи глибокі вдавнені чорні виразки значних розмірів, стручки у місцях уражень деформуються, у них формується щупле, недорозвинуте насіння. Коли плями утворюються на швах стулок, стручки розтріскуються передчасно і це призводить до втрат насіння. Насіння в уражених стручках формується із низькою схожістю чи зовсім не проростає [1].

Збудниками є гриби із роду *Alternaria* spp.: *A. brassicae* Sacc., *A. brassicicola* Wilts. та ін. [11].

Під час вегетації гриби поширюються конідіями, які проростають за відносної вологості повітря вище 95 %. Часті дощі з вітрами за температури 17–25 °C у фазі цвітіння і дозрівання ріпака створюють оптимальні умови для поширення інфекції та розвитку хвороби. За цих умов через 4–6 годин рослини стають інфікованими [9].

Характерною особливістю поширення є вертикальний градієнт розвитку хвороби, коли спочатку уражуються найнижчі листки на стеблах рослин, а потім інфекція поширюється вгору і спричиняє ураження середньої і верхньої частин стебла. Згодом чорні блискучі плями проявляються на верхніх стручках [50].

Численні конідії грибів утворюються після зложення листків протягом 20 годин за температури близько 13 °C. Масове поширення конідій відбувається при збиранні врожаю, коли вони розносяться вітром на 2 км і більше і спричиняючи ураження на інших культурах з родини капустяних [51].

Ураженість альтернаріозом прямо корелює зі ступенем пошкодження квіткоїдом ріпаковим та прихованохобітником насіннєвим [54].

Шкідливість хвороби полягає у зменшенні асиміляційної поверхні та зниженні насіннєвої продуктивності на 30–50 % і більше [52].

Збудники зберігаються у вигляді грибниці та конідій на уражених рослинах ріпака озимого, рослинних рештках капустяних і зараженому насінні. Збудники не втрачають патогенності при поверхневому ураженні насіння до 2 років, а при внутрішньому – до 12 років [53].

Заходи захисту. Використання стійких сортів і гібридів, дотримання технології вирощування ріпака, протруювання насіння та обприскування посівів фунгіцидами (за потреби), збирання врожаю в оптимальні строки, знищення післяжнивних решток [10].

Фомоз, або рак стебла, або некроз кореневої шийки.

Проявляється повсюдно на сходях і дорослих рослинах. На сходях спостерігається почорніння низу стебла у вигляді чорної ніжки. Потім в місцях ураження шкірка світлішає і стає сірою. Стебло проростка усихає, трухлявіє внаслідок чого рослина гине. На сім'ядолях, і розеткових чи ліроподібно-перистонадрізнаних листках плями попелясто-бурі або світло-сірі. У місцях ураження утворюються численні чорні крапки, часто розташовані у вигляді концентричних кіл. Потім уражені листки жовтіють, в'януть і відмирають. На стеблах біля черешків нижніх листків утворюються округлі чи видовжені, трохи вдавнені плями від світло-коричневого до сірого забарвлення, із пурпуровою облямівкою, або утворюють виразки, укриті чорними крапками. Плями та виразки поступово розростаються навколо стебла та повністю його охоплюють. Ця форма прояву захворювання отримала назву «рак стебла» [2].

Ураження стебла на рівні ґрунту має назву «кореневий рак шийки», чи «некроз шийки» і проявляється у виді темно-коричневих некротичних плям, трухлявих сухих виразок, нерідко поширюється на кореневу систему рослини і спричиняє суху гниль стрижневого кореня і бокових корінців.

На стручках утворюються вдавнені сірі сухі плями чи виразки з концентричною зональністю та чорними пікнідами, уражені стручки розтріскуються. В таких стручках формується зморшкувате, дрібне, щупле насіння, яке має матове забарвлення.

Збудник хвороби гриб *Leptosphaeria maculans* Ces. et de Not. (анаморфа: *Phoma lingam* Desm.) із відділу Ascomycota, порядку Dothidiales. Крім ріпака уражує інші культурні і дикорослі рослини з родини капустяних [13].

У циклі свого розвитку гриб нестатевим розмноженням формує пікніди з пікноспорами, а статевим – псевдотеці з сумками і сумкоспорами (напіввідкриті плодові тіла). В період вегетації поширюється аскоспорами (переважно восени) та пікноспорами (протягом вегетації). Вологість повітря впливає на формування та поширення первинної та вторинної інфекції. Ураження рослин та інтенсивний розвиток захворювання найшвидше відбуваються при відносній вологості повітря 100 % і наявності краплинної вологи на рослинах. При температурах 15–24 °C удень і 11–18 °C уночі хвороби швидко розвивається. На уражених тканинах формується багато пікнід. При температурі 25 °C інкубаційний період становить 5–6 днів, а при 9–10 °C – до 23 днів [64].

Збудник зберігається грибницею на уражених рослинах ріпака озимого, в ураженому насінні, на рослинних рештках у ґрунті до трьох років. Також гриб перезимовує псевдотеціями із сумками та сумкоспорами [43].

Ураженню рослин сприяють пошкодження комахами – блішками капустяними та квіткоїдом ріпаковим, а також механічні пошкодження. Надмірно ранні посіви ріпака озимого і пізні посіви ріпака ярого уражуються фомозом інтенсивніше, ніж при сівбі в оптимальні строки. Загущені посіви сильніше уражуються, ніж зріжені, бо інтенсивність ураження прямо залежить від

діаметру стебла: чим воно тонше, тим інтенсивніше на ньому розвивається захворювання [42].

Шкідливість проявляється у зрідженні сходів у результаті відмирання уражених проростків восени і випадання хворих рослин під час зимівлі, зменшенні асиміляційної поверхні та маси 1000 насінин, посівних і технологічних якостей отриманого насіння. Із ураженого насіннєвого матеріалу формуються проростки з ознаками фомозу на колеоптілі, кореневій шийці та сім'ядолях. При сильному ураженні схожість насіння знижується навіть до нуля. Недобір врожаю може сягати до 50 % і більше [14].

Заходи захисту. Усі заходи, які проводяться проти альтернаріозу, є ефективними і проти фомозу [65].

Біла гниль, або білостеблість, або склеротиніоз. Захворювання поширене повсюдно. На проростках, сім'ядолях, молодих листках, стеблах та стручках формуються слизисті мокрі плями, які у вологу погоду вкриваються білим ватоподібним нальотом, який зникає у суху погоду. Уражені листки в'януть і відмирають, а стебла та гілочки в місцях ураження ламаються і на них утворюються недорозвинені стручки [33].

Найтипівіші ознаки хвороби проявляються при ранньому ураженні стебла у його нижній частині, найчастіше між 5 і 8 міжвузлями. Тканина стебла розмочаюється, знебарвлюється, верхня частина стебла над місцем ураження спочатку набуває світло-зеленого забарвлення, а згодом біліє. Спостерігається передчасне дозрівання рослин. Стебло біліє, саме тому хворобу часто називають білостеблністю [15].

Збудник – сумчастий гриб *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary. (син.: *Whetzelinia sclerotiorum*) із відділу Ascomycota, порядку Helotiales [55].

Зимує у вигляді склероціїв, які після проморожування, проростають і утворюють блюдцеподібні плоди тіла на циліндричних ніжках – апотеції. Залежно від величини склероція на ньому утворюється до 5 апотеціїв, а на гратчастому склероції від 10 до 40. Верхня частина апотеція сформована з шару щільно-сидячих сумок розміром 120–150 × 6–9 мкм, які містять по 8 безбарвних еліптичних сумкоспор розміром 7–12 × 4–6 мкм [29].

Проростання склероціїв та формування сумок і сумкоспортриває 30–38 діб з початку весняно-польових робіт. Під час дозрівання сумкоспори викидаються із сумок і розносяться вітром. Потрапивши на рослину, вони проростають і утворюють паросток, що проникає у рослину. До прояву хвороби минає 7–10 діб. Склероції здатні проростати як навесні так і влітку, отже і зараження рослин відбувається протягом всього періоду вегетації. Не проморожені склероції проростають у грибницю, яка може проникати до кореневої шийки та нижньої частини стебла. Поширення від рослини до рослини можливе і за допомогою міцелію, який добре переносить висихання. Його підсохлі частинки розносяться вітром і після випадання опадів можуть викликати нове зараження. Гриб спочатку поселяється на відмерлих частинах рослин, а далі уражує живі тканини. Патоген продукує щавлеву кислоту, яка викликає некроз рослинних клітин і створює кислотне середовище (рН

близько 4), яке активізує пектолітичні ферменти, котрі розщеплюють пектинові речовини у рослині. Разом із тим щавелева кислота слугує патогену захистом від інших грибів і бактерій [16].

Джерелом інфекції слугують уражені рослинні рештки, насіння або ґрунт, у яких містяться склероції [57].

Найінтенсивніше хвороба проявляється у теплі вологі роки. Оптимальною температурою для зараження рослин є 15–18 °С, а за температури понад 30 °С ураження не відбувається. Розсіювання сумкоспор у повітрі збігається із фенофазою цвітіння ріпака озимого. Оптимальна вологість для проростання сумкоспор 92–100 %. Найкращим субстратом для проростання аскоспор і утворення інфекційних гіф є фізіологічно старіючі пелюстки квітів ріпака озимого, котрі при опадіння прилипають до поверхні стебел, особливо у місцях кріплення черешків листків та розгалужень гілочок. Гриб спочатку формує інфекційні гіфи у пелюстках, а далі проникає у тканини стебел, черешків листків і гілочок [31].

Розвиток хвороби тісно пов'язаний з температурою довкілля: за температури 15 °С на 5-ту добу після ураження рослин виразки на стеблах розростаються до 21 мм діаметром, за температури 10 °С – симптоми з'являються на 8–12-й дні, а за температури 8 °С – на 14-й день. Ураження коренів і надземної частини стебел молодих рослин відбувається також і грибноцею патогена, котра міститься у верхніх шарах ґрунту [32].

Джерелом інфекції є склероції гриба у ґрунті та на рослинних рештках, а також ті які висіваються у ґрунт разом із насінням. Додатковим джерелом є насіння із грибноцею гриба. Недобір врожаю відбувається внаслідок випадання молодих рослин, передчасного дозрівання насіння і розтріскування стручків, що веде до зниження маси 1000 насінин. Загальні втрати можуть сягати більше 50 % [60].

Поширенню інфекції та інтенсивному розвитку хвороби сприяють висока вологість повітря, тривалі тумани під час цвітіння ріпака, посів ріпака після бобових, льону, гречки, соняшнику; надмірне внесення азотних добрив; загущені та забур'янені посіви [44].

Заходи захисту. Вирощування стійких сортів і гібридів, дотримання сівозміни, протруювання насіннєвого матеріалу, обприскування посівів фунгіцидами (за потребами), своєчасне збирання врожаю з його подальшим очищенням і доведенням до посівних і товарних кондицій [18].

Сіра гниль, або ботрідіоз. Хвороба поширена у вологі роки, коли рослини уражуються протягом усього періоду вегетації. На гіпокотилі проростків утворюються бурі плями чи видовжені поздовжні водянисті смуги, котрі згодом покриваються сірим пухким нальотом, а самі проростки загніваються і часто гинуть ще до виходу на поверхню ґрунту. На сім'ядолях, на розеткових листках, а також біля основи стебла спостерігаються мокрі буруваті плями та неглибокі виразки, на котрих у вологу погоду утворюється густий сірий наліт. Заражені сім'ядолі загніваються, листки в'януть, набувають жовтого забарвлення і відмирають. У вологу погоду хворі проростки лягають на поверхню ґрунту, покриваються сірим

нальотом і гинуть, а за сухої погоди – в'януть та відмирають. Цей прояв хвороби часто спостерігається при висіві у зараженого насіння [34].

На стеблах утворюються різні за формою та розміром світло-бурі плями, які часто охоплюють їх навколо. У вологу погоду ці плями покриваються сірим пухким нальотом. Згодом в уражених місцях формуються дрібні чорні склероції. На стручках захворювання проявляється у вигляді поздовжнього освітлення шва ступок. Потім тканина знебарвлюється і укривається сірим нальотом. За сухої погоди наліт на стручках малопомітний, а самі стручки розтріскуються. На поверхні уражених тканин утворюються дрібні склероції [35].

Збудником є гриб *Botryotinia fuckeliana* Whetzel (анаморфа: *Botrytis cinerea* Pers.) із відділу Ascomycota порядку Helotiales [36].

Телеоморфа утворює плодові тіла – апотеції діаметром до 5 мм і висотою до 4 мм, які формуються на склероціях у вигляді піднятих блюдцеподібних розширених до верху утворень, в стромі яких розташовані сумки з сумкоспорами [45]. В анаморфі гіфи міцелію товщиною 2–10 мкм мають сірувато-оливкове забарвлення. Кондієносці розміром $300\text{--}1000\text{ (2000)} \times 6\text{--}17,5\text{ (23)}$ мкм є прямостоячими із потовщеною оболонкою, на вершині майже безбарвні із розгалуженнями розміром $50\text{--}150 \times 7,5 \times 12,5$ мкм, котрі також галузяться короткими віночками, котрі закінчуються гіллястими виступами, на яких містяться зубчики, а на них тісно скручені одноклітинні конідії, які є яйцеподібними чи еліптично-округлими, розміром $9\text{--}15\text{ (17,5)} \times 6,5\text{--}10$ мкм. У масі конідії попелясто-сірі. Вони утворюються та дозрівають у темряві. Дозрілі конідії легко поширюються повітряними течіями на значні відстані [46].

Популяція цього збудника ділиться на штами, котрі розмножуються спорами і склероціями. Перші мають вищу патогенність. Конідії у сухому вигляді за температури не вище $25\text{--}30^\circ\text{C}$ можуть зберігати життєздатність на протязі кількох місяців, що дозволяє їм за сприятливих умов накопичуватися у великій кількості протягом періоду вегетації. Склероції утворюються при пониженій температурі ($4\text{--}13^\circ\text{C}$). Спочатку вони сірувато-білі, неправильної форми, злегка приплюснуті, товщиною 1–2 мм. Потім вони чорніють і мають бугорчасту поверхню. Життєздатність зберігають більше року.

Міцелій гриба розвивається в діапазоні від 2 до 34°C . Ураженню ріпака сірою гниллю та поширенню інфекції сприяють підвищена вологість повітря, часті опади, ясні роси та тривалі тумани при дозріванні рослин. Короткоротаційні сівозміни, відсутність просторової ізоляції, загущені та забур'янені посіви також сприяють розвитку хвороби [61].

Шкідливість сірої гнилі проявляється у зрідженні посівів, розтріскуванні стручків, що у свою чергу веде до втрат урожаю внаслідок дострокового дозрівання уражених рослин та зниженні насіннєвих і технологічних якостей насіння. Недобір урожаю сягає до 30 % і більше.

Заходи захисту. Усі заходи, які застосовуються проти білої гнилі ефективні також проти сірої гнилі [19].

Світла плямистість, або циліндроспориоз. Захворювання поширене повсюдно, але більш

шкідливе на північному заході України. Восени перші симптоми проявляються з верхнього боку сім'ядоль та розеткових листків ріпака озимого. Спочатку у вигляді дрібних світло-зелених, а пізніше сріблясто-матових (до бронзового відтінку) розмитих плям $1,0\text{--}1,5$ мм діаметром. Сріблясто-бронзове забарвлення з'являється як результат відокремлення кутикули від епідермісу та заповнення міцелієм утворених порожнин. Потім плями розростаються, зливаються, набувають від коричнево-рижуватого до іржастого забарвлення. Навколо світлувато-коричневих плям з'являються дрібні білі крапочки-подушечки, розташовані у вигляді білого віночка – цеконідіальне спороношення. В суху погоду подушечки зникають, а ураження листкових пластинок стає подібним до опіків від добрив чи морозів [62].

На стеблах і квітконосах утворюються видовжені до кількох сантиметрів бежеві чи коричневі плями з темнішою облямівкою, до 15 см завдовжки і до 2 см завширшки. При сильному ураженні стебла, гілок та квітконосів їхній ріст припиняється, потім вони деформуються і усихають. На стручках проявляються витягнуті бежеві смуги з темною облямівкою (з біло-рожевим пухнастим нальотом у вологу погоду) на межі ураженої та здорової тканин. Уражені стручки ріпака скручуються, розтріскуються, при утворенні перехватів на квітконіжках – відриваються та опадають [63].

Збудник хвороби *Pyrenopeziza brassicae* B. Sutton et Rawlinson, (анаморфа: *Cylindrosporium concentricum* Grev.) з відділу Ascomycota порядку Leotiales. У циклі розвитку гриб формує кондіальне і сумчасте спороношення. В період вегетації гриб поширюється конідіями. Сумчаста стадія утворюється на уражених рослинних рештках у вигляді апотецій [37].

Конідії поширюється вітром на відстань до 2 км і більше. Оптимальними умовами для ураження рослин і утворення кондіального спороношення є температура $10\text{--}15^\circ\text{C}$ і вологості повітря вище ніж 85 % [67].

Уражені рослинні рештки, на яких гриб зберігається більше року у виді сумчастого спороношення, є джерелом первинної інфекції. Додатковим джерелом інфекції є уражені посіви ріпака озимого і уражене насіння, у якому зимує міцелій гриба. Шкідливість захворювання проявляється у зменшенні асиміляційної поверхні, опаданні уражених генеративних органів, передчасному дозріванні та розтріскуванні уражених стручків. Це призводить до втрат насіння та зниження його технологічних і посівних якостей. Недобір урожаю досягає 30 % і більше.

Заходи захисту. Всі заходи, що проводяться проти альтернативіозу та фомозу, є ефективними проти світлої плямистості [20].

Біла плямистість, або кільцева плямистість, або сіростеблність. Захворювання поширене в усіх районах вирощування ріпака. На сім'ядолях і листках спочатку утворюються дрібні крапчасті білі плями з вузькою коричневою облямівкою. Потім плями розростаються до 15 мм діаметром. У центрі вони біло-рожеві, з темно-фіолетовою облямівкою. Уражені тканини усихають і некротизуються, а хворі листки опадають. На стеблах утворюються продовгуваті плями, обмежені коричнюватою

вузькою облямівкою. У місцях ураження під епідермісом патоген формує численні сірі мікросклероції. Уражені стебла набувають сірого кольору, звідки й пішла назва хвороби – сіростеблність. На стручках формуються продовгуваті сітчасті темно-коричневі дещо вдавнені плями зі світло-бежевим центром. Вони розростаються та можуть охоплювати частину чи увесь стручок. У центрі уражена тканина набуває сірого забарвлення з темно-каштановою облямівкою. Уражені стручки передчасно дозрівають, а у суху погоду розтріскуються [38].

Збудник хвороби гриб *Mycosphaerella capsellae* Inman et al. (анаморфа: *Pseudocercospora capsellae* Deighton) із відділу Ascomycota порядку Dothideales. В уражених тканинах рослин гриб формує конідіальне і (дуже рідко) сумчасте спороношення [39].

Поширюється патоген конідіями за допомогою вітру. Розвитку сприяють вологість повітря вище 80%, тривале зберігання роси на рослинах і температура повітря 14–20 °C. За сприятливих умов інтенсивний розвиток хвороби спостерігається через 15–20 днів після цвітіння і триває до жовтої стиглості стручків. Мікросклероції зберігають життєздатність у ґрунті більше року. Додатковим джерелом інфекції є уражене насіння, в якому патоген зберігається міцелієм. При проростанні ураженого насіння інфікуються сім'ядолі і розеткові листки [68].

Шкідливість захворювання проявляється у зменшенні асиміляційної поверхні, зниженні насінневої продуктивності, а також технологічних і посівних якостей насіння. Недобір урожаю насіння може сягати 15 % і більше [69].

Заходи захисту. Всі заходи, що проводяться проти альтернаріозу та фомозу, є ефективними проти білої плямистості [23].

Борошниста роса, або ерізіфоз. Захворювання проявляється на листках, зазвичай з верхнього боку, та на стеблах, рідко – на стручках. Спочатку утворюються білі павутинисті плями, які згодом покриваються густим борошнистоподібним нальотом, котрий згодом стає будно-сірим із численними темно-коричневими, майже чорними, крапочками – клейстотеціями. Уражені листки жовтіють, відмирають і опадають [5].

Збудником хвороби є гриб *Erysiphe cruciferarum* Opiz et Junell. (син. *E. communis* Grev. f. *hrassicae* Ham.) із відділу Ascomycota, порядку Erysiphales. Протягом вегетаційного періоду гриб формує кілька генерацій конідіального спороношення, а ближче до кінця вегетації – сумчасте, у вигляді клейстотеціїв.

Джерелом інфекції є уражені рослинні рештки, на котрих патоген зберігається у вигляді клейстотеціїв. Первинне зараження рослин відбувається навесні аскоспорами, а вторинне – на початку літа конідіями. Розвитку хвороби сприяють суха спекотна погода яка чергується з короткочасними опадами [69].

Захисні заходи. Усі заходи, які проводяться проти альтернаріозу та фомозу є ефективними і проти борошнистої плямистості [70].

Висновки

1. З проведеного критичного аналізу наукової та науково-популярної літератури бачимо, що в агроценозах ріпака в Україні можна щороку спостерігати цілий

ряд хвороб грибної етіології: несправжня борошниста роса, або пероноспороз, чорна плямистість, або альтернаріоз, фомоз, або рак стебла, або некроз кореневої шийки, біла гниль, або білостеблність, або склеротиніоз, сіра гниль, або ботрідіоз, світла плямистість, або циліндроспоріоз, біла плямистість, або кільцева плямистість, або сіростеблність та борошниста роса, або ерізіфоз.

2. Стрімкому поширенню та розвитку хвороб у ріпаків агроценозах сприяло різке розширення посівних площ ріпака починаючи з 2000-х років, короткоротаційні сівозміни та недотримання технологій вирощування культури.

3. З метою обмеження розвитку і поширення грибних хвороб в агроценозах ріпака необхідно використовувати для посіву насіння стійких до хвороб районованих сортів і гібридів, дотримуватися сівозміни та рекомендованих для різних зон технологій вирощування, висівати тільки протруєний насіннєвий матеріал, а обприскування посівів проводити лише дозволеними до застосування фунгіцидами і ли за нагальної потреби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Альтернаріоз ріпаку (*Alternaria brassicae* Sacc.): опис, профілактика та боротьба із хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/alternarioz-rapsa-alternaria-brassicae-sacc-opisanie-profilaktika-i-borba-s-boleznyu> (дата звернення 20.04.2025).
2. Антоненко О. Ф., Манішевський В. М. Фомоз ріпаку ярого та вплив протруйників на розвиток хвороби і продуктивність культури. *Карантин і захист рослин*. 2014. № 1. С. 5–6.
3. Антоненко О.Ф. Озимий ріпак. Перспективи нових сортів та гібридів селекції Національного аграрного університету. *Захист рослин*. № 8, 1999. С. 18–19.
4. Антоненко О.Ф. Стійкість до найбільш шкочинних хвороб нових сортів ярого ріпака. *Науковий вісник НАУ*. 2001. С. 84–90.
5. Антоненко О.Ф. та ін. Стійкість сортів ярого ріпаку (борошниста роса). *Карантин і захист рослин*. 2011. № 5. С. 8–9.
6. Антоненко О.Ф. та ін. Хвороби ріпаку. *Захист рослин*. 2001. № 12. С. 14.
7. Антоненко О.Ф. Хвороби ріпаку. Шкали визначення імунності сортів до найпоширеніших хвороб та їх застосування в методиках оцінки. *Захист рослин*. 2001. № 12. С. 14.
8. Бактеріоз коренів ріпаку: опис, профілактика та боротьба із хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/bakterioz-korney-rapsa> (дата звернення 17.04.2025).
9. Балан Г.О. Особливості розвитку хвороб ріпаку озимого в умовах південного Степу України. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: тези доп. І Міжнар. наук.-практ. конф. НПП та молодих науковців (м. Одеса, 13-14 квітня 2021 р.)*. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 333–335.
10. Безкровна О. Хвороби ріпаку та боротьба з ними. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/584-hvorobi-ripaku-ta-borotba-z-nimi> (дата звернення 20.04.2025).
11. Буткалюк Т.О., Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Альтернаріоз ярого ріпаку та оцінка особливостей його розвитку і шкочинності в умовах дослідного поля ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 112–122.

12. Вертицильоз ріпака (*Verticillium*): опис, профілактика та боротьба із хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/verticilez-rapsa-verticillium> (дата звернення 19.04.2025).
13. Горяїнова В.В., Станкевич С.В., Батова О.М., Жукова Л.В. Загальна фітопатологія: навч. посібник. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.
14. Жуков О. С. Шкідливість основних хвороб ріпаку озимого. Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи. Матер. II Міжнар. наук.-пр. акт. конф., присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-ентомологів докторів біол. наук, проф. О. О. Мігуліна та О. В. Захаренка (м. Харків, ДБТУ, 19–20 жовтня 2023 р.). Житомир: ПП «Рута». С. 61–64.
15. Забарний О.С., Забарна Т.А. Особливості догляду за посівами ріпаку озимого у весняний період. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 1 (32). С. 50–61. DOI:10.37128/2707-5826-2024-4-14
16. Інтегрований захист ріпака від хвороб, шкідників і бур'янів: навч. посіб. / С.В. Станкевич, І.В. Забродіна, В.В. Кабанець та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2024. 388 с.
17. Кириченко А., Гринчук К., Антипов І. Вірусні хвороби ріпаку URL: <https://propozitsiya.com.ua/virusni-hvoroby-ripaku> (дата звернення 22.04.2025).
18. Комплексні системи захисту сільськогосподарських культур від хвороб: навч. посіб. / за ред. В.П. Туренка та М.О. Білика. Вид. 2-ге, допов. Харків: Майдан, 2019. 330 с.
19. Косилович Г. О., Коханець О. М., Юркевич Н. Є. Ефективність використання фунгіцидів для захисту ріпаку від хвороб. *Мат. між. наук. форуму*. Львів: ЛНАУ, 2009. С. 127–130.
20. Косилович Г. О., Коханець О.М. Інтегрований захист рослин: навч. посіб. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.
21. Костюченко О. Основні хвороби ріпаку та як захистити ріпак від хвороб в 2025? URL: <https://agroexp.com.ua/uk/osnovnye-bolezni-rapsa-i-kak-zashchitit-raps-ot-bolezney> (дата звернення 19.04.2025).
22. Красиловець Ю.Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. Харків: Магда LTD, 2010. 416 с.
23. Кузьменко Н.В., Красиловець Ю.Г., Литвинов А.Є., Станкевич С.В. Хімічний захист ріпаку ярого від шкідників і хвороб. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2012. № 1 (64). С. 25–29.
24. Кулешова А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: навч. посіб. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
25. Лихочвор В. В. Ріпак озимий та ярий. Львів: Українські технології, 2002. 48 с.
26. Луговський К.П. Контроль хвороб у посівах озимого ріпаку. Ефективність застосування фунгіциду Карамба, в.р. на культурі. *Карантин і захист рослин*. 2010. № 1. С. 19–22.
27. Марков І. Л. Прогноз розвитку хвороб на озимому і ярому ріпаку у 2009 році та заходи щодо обмеження їх шкідливості. *Агроном*. 2009. № 1. С. 92–96.
28. Марков І. Л. Прогноз розвитку хвороб ріпаку у 2012 році та заходи з обмеження їх шкідливості. *Агроном*. 2012. № 1. С. 104–111.
29. Марков І. Л., Полосенко В.Є. Шкідливість білої гнилі на озимому і ярому ріпаку. *Науковий вісник НАУ*. 2007. Вип. 116. С. 200–204.
30. Марков І. Прогноз розвитку хвороб ріпаку. *Пропозиція*. 2010. № 5. С. 54–63.
31. Марков І. Хвороби на рослинах ріпаку у 2011 році. *Пропозиція*. 2011. № 5. С. 66–69.
32. Марков І. Хвороби ріпаку URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/59-khvoroby-ripaku.html> (дата звернення 21.04.2025).
33. Марков І.Л. Діагностика хвороб на озимому та ярому ріпаку й особливості їх розвитку. *Агроном*. 2009. № 1. С. 82–92.
34. Марков І.Л. Моніторинг хвороб ріпаку та заходи щодо обмеження їх поширення. *Агроном*. 2011. № 2. С. 110–118.
35. Марков І.Л. та ін. Фітосанітарний стан посівів ріпаку та заходи щодо обмеження поширення хвороб у 2007 році. *Агроном*. 2007. № 2. С. 130–136.
36. Марков І.Л. Фітопатологія. Київ: Фенікс, 2015. 492 с.
37. Марютін Ф.М., Білик М.О., Пантелєєв В.К. Фітопатологія: навч. посіб. Харків: Еспада, 2008. 552 с.
38. Михайленко С.В. Хвороби ріпаку. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 5. С. 2–5.
39. Мірошніченко М., Лісовий М., Бабинін В., Казаков В. Хвороби ріпаку в Україні та в світі. *Пропозиція*. 2015. С. 30–32
40. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, Л.В. Немерицька, І.А. Журавська. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 303 с.
41. Озимий ріпак: які існують шкідники й хвороби, стратегія захисту від них URL: <https://agro-e.com.ua/ozymyy-rapak-yaki-isnyuyut-shkidnyky-y-khvoroby-stratehiya-zakhystu-vid-nykh> (дата звернення 18.04.2025).
42. Орловська А. Основні хвороби озимого ріпаку навесні URL: https://growex.market/blog/osnovni-hvorobi-ozimogo-ripaku-navesni?srsltid=AfmBOoqTPmW_cZnyWnY1ytFT0BVf8eglx22slulPz0YqsDMHZiCk6sr (дата звернення 19.04.2025).
43. Осінні хвороби та захист озимого ріпаку URL: <https://kartal.com.ua/zsr/osinni-khvoroby-ta-zakhyst-ozymoho-ripaku/> (дата звернення 20.04.2025).
44. Патица, В. П., Захарова О. М. Хвороби ріпаку та захист від них. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія*. 2012. Вип. 4 (53). С. 15–20.
45. Патогенез хвороб рослин: навч. посіб. / В.М. Положенець, Ф.М. Марютін, Л.В. Немерицька та ін. Житомир: Вид. ПП «Рута», 2015. 216 с.
46. Патологія насіння сільськогосподарських культур: навч. посібник / Л.В. Жукова, С.В. Станкевич, В.П. Туренко та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 292 с.
47. Пероноспороз ріпаку: опис, профілактика та боротьба з хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/regonosporoz-rapsa> (дата звернення 18.04.2025).
48. Пецольт С. Захист ріпаку від хвороб та шкідливих організмів. *Пропозиція*. 2007. № 3(141). С. 98–99.
49. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкочинних організмів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 50–61. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10

50. Сергієнко В. Заходи захисту ріпаку в осінній період URL: <https://propozitsiya.com/ua/mery-zashchity-rapsa-v-osenniy-period> (дата звернення 21.04.2025).
51. Сергієнко В. Особливості захисту озимого ріпаку восени URL: <https://propozitsiya.com/ua/osobennosti-zashchity-ozimogo-rapsa-osenyu> (дата звернення 22.04.2025).
52. Сергієнко В. Хвороби ріпаку та заходи їх обмеження URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2106-khvoroby-ripaku-ta-zakhody-ikh-obmezhenia.html> (дата звернення 19.04.2025).
53. Сергієнко В., Поляков О. Заходи захисту ріпаку від хвороб в осінній період URL: <https://propozitsiya.com/ua/zahody-zahystu-ripaku-vid-hvorob-v-osinniy-period> (дата звернення 20.04.2025).
54. Ситник І.Д. Альтернатив ріпаку та методи його оцінки. *Захист рослин*. 2002. № 12. С. 8–9.
55. Склеротиніоз ріпаку (*Sclerotinia sclerotiorum*): Опис, профілактика та боротьба з хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/sklerotinioz-rapsa> (дата звернення 20.04.2025).
56. Снігова пліснява ріпаку (Тифульоз): Опис, профілактика та боротьба з хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/snezhnaya-plesen-rapsa> (дата звернення 17.04.2025).
57. Соловйов О. Захист ріпаку озимого від хвороб в осінній період – елемент технології, важливість якого зростає щосезону URL: <https://propozitsiya.com/ua/zahyst-ripaku-ozymogo-vid-hvorob-v-osinniy-period-element-tehnologiyi-vazhlyvist-yakogo-zrostaye> (дата звернення 19.04.2025).
58. Станкевич С. На замітку ріпаководам *The Ukrainian Farmer*. 2022. № 2 (146). С. 70–72.
59. Станкевич С. Успішне відновлення *The Ukrainian Farmer*. 2022. № 1 (145). С. 88–90.
60. Столяр А., Кирик М., Піковський М. Хвороби озимого ріпаку. URL: <https://www.inariya.com.ua/?p=1034> (дата звернення 20.04.2025).
61. Трибель С. О., Стригун О. О. Проблеми фітосанітарії ріпаку та підвищення ефективності захисних заходів. *Агроном*. 2013. № 1 (39). С. 118–128.
62. Фокін А. Актуальні проблеми захисту ріпаку та способи їх подолання. *Пропозиція*. 2008. № 2 (152). С. 68–72.
63. Фокін А. Система захисту ріпаку (хвороби ріпаку). *Пропозиція*. 2009. № 2. С. 98–103.
64. Фомоз – небезпечна хвороба ріпаку URL: <https://www.agronom.com.ua/fomoz-nebezpechna-hvoroba-ripaku/> (дата звернення 20.04.2025).
65. Фомоз ріпаку (*Phoma lingam* Desm.): Опис, профілактика та боротьба з хворобою URL: <https://agroexp.com.ua/uk/fomoz-rapsa> (дата звернення 21.04.2025).
66. Фунгіциди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. / С.В. Станкевич, В.М. Положенець, Л.В. Немерицька та ін. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 214 с.
67. Хвороби озимого ріпаку і заходи їх профілактики в 2025 URL: <https://agroexp.com.ua/uk/bolezni-ozimogo-rapsa-i-mery-ih-profilaktiki> (дата звернення 20.04.2025).
68. Хвороби ріпаку URL: <https://lnzweb.com/blog/hvorobu-ripaku?srsid=AfmBOoG9ibBk6IAAnQOzaCrmSqMBteSBXEEO4EiQsZI5UJay6PORUhs> (дата звернення 20.04.2025).
69. Хвороби ріпаку в Україні та в світі / М. Мірошніченко, М. Лісовий, В. Бабинін, В. Казаков. *Спецвипуск журналу Пропозиція. Озимий ріпак від А до Я*. 2015. С. 30–32.
70. Хвороби ріпаку та методи їх контролю URL: <https://kurkul.com/blog/329-hvorobi-ripaku-ta-metodi-yih-kontrolyu> (дата звернення 20.04.2025).

REFERENCES:

1. Alternarioz ripaku (*Alternaria brassicae* Sacc.): opys, profilaktyka ta borotba iz khvoroboiu [*Alternaria blight of rape (Alternaria brassicae Sacc.): description, prevention and control of the disease*] URL: <https://agro-exp.com.ua/uk/alternarioz-rapsa-alternaria-brassicae-sacc-opisanie-profilaktika-i-borba-s-boleznyu> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
2. Antonenko O. F., Manishevskiy V. M. (2014). Fomoz ripaku yarohto ta vplyv protruinykiv na rozvytok khvoroby i produktyvnist kultury [Spring rape blight and the influence of pesticides on the development of the disease and crop productivity]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1. S. 5–6. [in Ukrainian].
3. Antonenko O.F. (1999). Ozymyi ripak. Perspektyvy novykh sortiv ta hibrydiv selektsii Natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Winter rape. Prospects for new varieties and hybrids of selection of the National Agrarian University]. *Zakhyst roslyn*. № 8, S.18–19. [in Ukrainian].
4. Antonenko O.F. (2001). Stiikist do naibilsh shkodochynnykh khvorob novykh sortiv yarohto ripaka [Resistance to the most harmful diseases of new varieties of spring rape]. *Naukovyi visnyk NAU*. S.84–90. [in Ukrainian].
5. Antonenko O.F. ta in. (2011). Stiikist sortiv yarohto ripaku (boroshnysta rosa) [Resistance of varieties of spring rape (powdery mildew)]. *Karantyn i zakhyst roslyn* № 5. S. 8–9. [in Ukrainian].
6. Antonenko O.F. ta in. (2001). Khvoroby ripaku [Diseases of rape]. *Zakhyst roslyn*. № 12. S. 14. [in Ukrainian].
7. Antonenko O.F. (2001). Khvoroby ripaku. Shkaly vyznachennia imunnosti sortiv do naiposhyrenishykh khvorob ta yikh zastosuvannia v metodyakh otsinky [Diseases of rape. Scales for determining the immunity of varieties to the most common diseases and their application in assessment methods]. *Zakhyst roslyn*. № 12. S. 14. [in Ukrainian].
8. Bakterioz koreniv ripaku: opys, profilaktyka ta borotba iz khvoroboiu [Rapeseed root bacteriosis: description, prevention and control of the disease] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/bakterioz-korney-rapsa> (data zvernennia 17.04.2025). [in Ukrainian].
9. Balan H.O. (2021). Osoblyvosti rozvytku khvorob ripaku ozymoho v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Features of the development of winter rapeseed diseases in the conditions of the southern Steppe of Ukraine]. *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity: tezy dop. I Mizhnar. nauk.-prakt. konf. NPP ta molodykh naikovtsiv* (m. Odesa, 13-14 kvitnia 2021 r.). Odesa: ODAU, 333–335. [in Ukrainian].
10. Bezdrovna O. Khvoroby ripaku ta borotba z nymy [Rapeseed diseases and control of them]. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/584-hvorobi-ripaku-ta-borotba-z-nimi> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
11. Butkaliuk T.O., Verheles P.M., Pinchuk N.V. & Kovalenko T.M. (2018). Alternarioz yarohto ripaku ta

- otsinka osoblyvostei yoho rozvytku i shkodochynnosti v umovakh doslidnoho polia VNAU [Alternaria blight of spring rape and assessment of the features of its development and harmfulness in the conditions of the experimental field of VNAU]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. № 9. S. 112–122. [in Ukrainian].
12. Vertytsyloz ripaka (Verticillium): opys, profilaktyka ta borotba iz khvoroboiu [Verticillium wilt of rape (Verticillium): description, prevention and control of the disease]. URL: <https://agroexp.com.ua/uk/verticilez-rapsa-verticillium> (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
 13. Horiainova V.V., Stankevych S.V., Batova O.M. & Zhukova L.V. (2023). Zahalna fitopatolohiia: navch. Posibnyk [General phytopathology: a textbook]. Zhytomyr: PP «Ruta» [in Ukrainian].
 14. Zhukov O. S. (2023). Shkidlyvist osnovnykh khvorob ripaku ozymoho [Harmfulness of the main diseases of winter rape]. Zakhyst i karantyn roslyn u KhKhI stolitti: problemy i perspektyvy. Mater. II Mizhnar. nauk.-prakt. konf., prysviachenoi yuvileinym datam vid dnia narodzhennia vydatnykh vchenykh-entomolohiv doktoriv biol. nauk, prof. O. O. Mihulina ta O. V. Zakharenka (m. Kharkiv, DBTU, 19–20 zhovtnia 2023 r.). Zhytomyr: PP «Ruta». S. 61–64. [in Ukrainian].
 15. Zabarnyi O.S., Zabarna T.A. (2024). Osoblyvosti dohladu za posivamy ripaku ozymoho u veshnanyi period. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo [Features of winter rapeseed care in the spring]. № 1 (32). S. 50–61. DOI:10.37128/2707-5826-2024-4-14 [in Ukrainian].
 16. Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Kabanets V.V. ta in. (2024). Intehrovanyi zakhyst ripaka vid khvorob, shkidnykiv i burianiv: navch. posib [Integrated protection of rapeseed against diseases, pests and weeds: a manual]. / . Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta» [in Ukrainian].
 17. Kyrychenko A., Hrynchuk K. & Antypov I. Virusni khvoroby ripaku [Viral diseases of rapeseed]. URL: <https://propozitsiya.com.ua/virusni-hvoroby-ripaku> (data zvernennia 22.04.2025). [in Ukrainian].
 18. Turenko V.P., Bilyk M.O. ta in. (2019). Kompleksni systemy zakhystu silskohospodarskykh kultur vid khvorob: navch. posib [Complex systems of protection of agricultural crops against diseases: a manual]. Vyd. 2-he, dopov. Kharkiv: Maidan, [in Ukrainian].
 19. Kosylovych H. O., Kokhanets O. M. & Yurkevych N. Ye. (2009). Efektyvnist vykorystannia funhitsydiv dlia zakhystu ripaku vid khvorob [The effectiveness of fungicides for the protection of rapeseed from diseases]. Mat. mizh. nauk. forumu. Lviv: LNAU, [in Ukrainian].
 20. Kosylovych H. O., Kokhanets O.M. (2010). Intehrovanyi zakhyst roslyn: navch. posib [Integrated plant protection: a manual]. Lviv: Lvivskiy natsionalnyi ahrarnyi universytet [in Ukrainian].
 21. Kostichenko O. Osnovni khvoroby ripaku ta yak zakhystyty ripak vid khvorob v 2025? [The main diseases of rapeseed and how to protect rapeseed from diseases in 2025?] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/osnovnye-bolezni-rapsa-i-kak-zashchitit-raps-ot-bolezney> (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
 22. Krasyllovets Yu.H. (2010). Naukovi osnovy fitosanitarnoi bezpeky polovykh kultur [Scientific foundations of phytosanitary safety of field crops]. Kharkiv: Mahda LTD [in Ukrainian].
 23. Kuzmenko N.V., Krasyllovets Yu.H., Lytvynov A.Ye. & Stankevych S.V. (2012). Khimichni zakhyst ripaku yarocho vid shkidnykiv i khvorob [Chemical protection of spring rape from pests and diseases]. Visn. Poltav. derzh. ahrar. akad. № 1 (64). S. 25–29. [in Ukrainian].
 24. Kulieshov A. V., Bilyk M. O. & Dovhan S. V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz: navch. posib [Phytosanitary monitoring and forecast: teaching manual]. Kharkiv: Espada [in Ukrainian].
 25. Lykhochvor V. V. (2002). Ripak ozymyi ta yaryi [Winter and spring rape]. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian].
 26. Luhovskyi K.P. (2010). Kontrol khvorob u posivakh ozymoho ripaku. Efektyvnist zastosuvannia funhitsydu Karamba, v.r. na kulturi [Disease control in winter rape crops. Effectiveness of using the fungicide Karamba, v.r. on culture]. Karantyn i zakhyst roslyn. № 1. S. 19–22. [in Ukrainian].
 27. Markov I. L. (2009). Prohnoz rozvytku khvorob na ozymomu i yaromu ripaku u 2009 rotsi ta zakhody shchodo obmezhenia yikh shkidlyvosti [Forecast of the development of diseases in winter and spring rape in 2009 and measures to limit their harmfulness]. Ahronom. № 1. S. 92–96. [in Ukrainian].
 28. Markov I. L. (2012). Prohnoz rozvytku khvorob ripaku u 2012 rotsi ta zakhody z obmezhenia yikh shkidlyvosti [Forecast of the development of rape diseases in 2012 and measures to limit their harmfulness]. Ahronom. № 1. S. 104–111. [in Ukrainian].
 29. Markov I. L., Polosienko V.Ye. (2007). Shkidlyvist biloi hnyli na ozymomu i yaromu ripaku [Harmfulness of white rot in winter and spring rape]. Naukovyi visnyk NAU. Vyp. 116. S. 200–204. [in Ukrainian].
 30. Markov I. (2010). Prohnoz rozvytku khvorob ripaku [Forecast of the development of rape diseases]. Propozytisia. № 5. S. 54–63. [in Ukrainian].
 31. Markov I. (2011). Khvoroby na roslynakh ripaku u 2011 rotsi [Diseases of rapeseed plants in 2011]. Propozytisia. № 5. S. 66–69. [in Ukrainian].
 32. Markov I. Khvoroby ripaku [Diseases of rapeseed] URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/59-khvoroby-ripaku.html> (data zvernennia 21.04.2025).
 33. Markov I.L. (2009). Diahnostyka khvorob na ozymomu ta yaromu ripaku y osoblyvosti yikh rozvytku [Diagnosis of diseases in winter and spring rapeseed and features of their development]. Ahronom. № 1. S. 82–92. [in Ukrainian].
 34. Markov I.L. (2011). Monitorynh khvorob ripaku ta zakhody shchodo obmezhenia yikh poshyrennia [Monitoring of rapeseed diseases and measures to limit their spread]. Ahronom. № 2. S. 110–118. [in Ukrainian].
 35. Markov I.L. ta in. (2007). Fitosanitarnyi stan posviv ripaku ta zakhody shchodo obmezhenia poshyrennia khvorob u 2007 rotsi [Phytosanitary condition of rapeseed crops and measures to limit the spread of diseases in 2007]. Ahronom. № 2. S. 130–136. [in Ukrainian].
 36. Markov I.L. (2015) Fitopatolohiia [Phytopathology]. Kyiv: Feniks, 492 s. [in Ukrainian].
 37. Mariutin F.M., Bilyk M.O. & Panteliev V.K. (2008). Fitopatolohiia: navch. posib. [Phytopathology: a textbook]. Kharkiv: Espada [in Ukrainian].
 38. Mykhailenko S.V. (2009). Khvoroby ripaku [Rape diseases]. Karantyn i zakhyst roslyn № 5. S. 2–5. [in Ukrainian].

39. Miroshnychenko M., Lisovyi M., Babynin V. & Kazakov V. (2015). Khvoroby ripaku v Ukraini ta v sviti [Rape diseases in Ukraine and the world]. *Propozytsiia*. S. 30–32. [in Ukrainian].
40. Stankevych S.V., Polozhenets V.M., Nemerytska L.V. & Zhuravska I.A. (2022). Monitorynh khvorob silskohospodarskykh kultur: navch. posib. [Monitoring of diseases of agricultural crops: a manual]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta» [in Ukrainian].
41. Ozymyi ripak: yaki isnuut shkidnyky y khvoroby, stratehiia zakhystu vid nykh [Winter rapeseed: what pests and diseases exist, the strategy for protecting against them] URL: <https://agro-e.com.ua/ozymy-riyak-yaki-isnuut-shkidnyky-y-khvoroby-stratehiya-zakhystu-vid-nykh> (data zvernennia 18.04.2025). [in Ukrainian].
42. Orlovska A. Osnovni khvoroby ozymoho ripaku navesni [Main diseases of winter rapeseed in spring] URL: https://growex.market/blog/osnovni-hvorobi-ozymogo-riparu-navesni?srlid=AfmBOOq-TPmW_cZny-WnY1ytFT0BVF8eglx22sluIPz0YqsDMHZiCk6cr (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
43. Osinni khvoroby ta zakhyst ozymoho ripaku [Autumn diseases and protection of winter rapeseed] URL: <https://kartal.com.ua/zzr/osinni-khvoroby-ta-zakhyst-ozymoho-riparu/> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
44. Patyka, V. P., Zakharova O. M. (2012). Khvoroby ripaku ta zakhyst vid nykh [Rapeseed diseases and protection against them]. *Naukovi zapysky TNPU im. V. Hnatiuka. Ser. Biolohiia. Vyp. 4 (53). S. 15–20.* [in Ukrainian].
45. Polozhenets V.M., Mariutin F.M., Nemerytska L.V. ta in. (2015). Patohenez khvorob roslyn: navch. posib. [Pathogenesis of plant diseases: a manual]. Zhytomyr: Vyd. PP «Ruta» [in Ukrainian].
46. Zhukova L.V., Stankevych S.V., Turenko V.P. ta in. (2023). Patolohiia nasinnia silskohospodarskykh kultur: navch. posibnyk [Pathology of agricultural crops seeds: a manual] /. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta» [in Ukrainian].
47. Peronosporoz ripaku: opys, profilaktyka ta borotba z khvoroboiu [Downy mildew of rape: description, prevention and control of the disease] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/peronosporoz-rapsa> (data zvernennia 18.04.2025). [in Ukrainian].
48. Petsold S. (2007). Zakhyst ripaku vid khvorob ta shkidlyvykh orhanizmiv [Protection of rapeseed from diseases and harmful organisms]. *Propozytsiia*. № 3(141). C. 98–99. [in Ukrainian].
49. Pinchuk N.V., Verheles P.M. & Kovalenko T.M. (2021). Efektyvnist zakhystu posiviv ozymoho ripaku vid shkodnykh orhanizmiv [Effectiveness of protection of winter rapeseed crops from harmful organisms]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*. № 22. S. 50–61. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10[in Ukrainian].
50. Serhienko V. Zakhody zakhystu ripaku v osinnii period [Rape protection measures in the autumn period] URL: <https://propozitsiya.com.ua/mery-zashchity-rapsa-v-osenniy-period> (data zvernennia 21.04.2025). [in Ukrainian].
51. Serhienko V. Osoblyvosti zakhystu ozymoho ripaku voseny [Features of winter rapeseed protection in the fall] URL: <https://propozitsiya.com.ua/osobennosti-zashchity-ozymogo-rapsa-osenyu> (data zvernennia 22.04.2025). [in Ukrainian].
52. Serhienko V. Khvoroby ripaku ta zakhody yikh obmezhenia [Rapeseed diseases and measures to limit them] URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2106-khvoroby-riparu-ta-zakhody-ikh-obmezhenia.html> (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
53. Serhienko V., Poliakov O. Zakhody zakhystu ripaku vid khvorob v osinnii period [Measures to protect rapeseed from diseases in the autumn period] URL: <https://propozitsiya.com.ua/zahody-zakhystu-riparu-vid-hvorob-v-osenniy-period> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
54. Sytnyk I.D. (2002). Alternarioz ripaku ta metody yoho otsinky [Alternaria blight of rapeseed and methods of its assessment]. *Zakhyst roslyn*. № 12. S. 8–9. [in Ukrainian].
55. Sklerotynioz ripaku (*Sclerotinia sclerotiorum*): Opys, profilaktyka ta borotba z khvoroboiu [Sclerotinia blight of rapeseed (*Sclerotinia sclerotiorum*): Description, prevention and control of the disease] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/sklerotynioz-rapsa> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
56. Snihova plisniava ripaku (Tyfuloz): Opys, profilaktyka ta borotba z khvoroboiu [Snow mold of rapeseed (Typhulosis): Description, prevention and control of the disease] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/snezhnaya-plesen-rapsa> (data zvernennia 17.04.2025). [in Ukrainian].
57. Soloviov O. Zakhyst ripaku ozymoho vid khvorob v osinnii period – element tekhnolohii, vazhlyvist yakoho zrostaie shchosezonu [Protection of winter rapeseed from diseases in the autumn period is an element of technology, the importance of which grows every season] URL: <https://propozitsiya.com.ua/zahyst-riparu-ozymogo-vid-hvorob-v-osenniy-period-element-tehnolohiyi-vazhlyvist-yakoho-zrostaie> (data zvernennia 19.04.2025). [in Ukrainian].
58. Stankevych S. (2022). Na zamitku ripakovodam [Note to rapeseed growers] *The Ukrainian Farmer*. № 2 (146). S. 70–72. [in Ukrainian].
59. Stankevych S. (2022). Uspishne vidnovlennia [Successful recovery] *The Ukrainian Farmer*. № 1 (145). S. 88–90. [in Ukrainian].
60. Stoliar A., Kyryk M. & Pikovskyi M. Khvoroby ozymoho ripaku [Diseases of winter rapeseed]. URL: <https://www.inariya.com.ua/?p=1034> (data zvernennia 19.04.2025) [in Ukrainian].
61. Trybel S. O., Stryhun O. O. (2013). Problemy fitosanitarii ripaku ta pidvyshchennia efektyvnosti zakhysnykh zakhodiv [Problems of rapeseed phytosanitary and increasing the effectiveness of protective measures]. *Ahronom*. № 1 (39). S. 118–128. [in Ukrainian].
62. Fokin A. (2008). Aktualni problemy zakhystu ripaku ta sposoby yikh podolannia [Current problems of rapeseed protection and ways to overcome them]. *Propozytsiia*. № 2 (152). C. 68–72. [in Ukrainian].
63. Fokin A. (2009). Systema zakhystu ripaku (khvoroby ripaku) [Rapeseed protection system (rapeseed diseases)]. *Propozytsiia*. № 2. S. 98–103. [in Ukrainian].
64. Fomoz – nebezpechna khvoroba ripaku [Fomoz – a dangerous disease of rapeseed] URL: <https://www.agronom.com.ua/fomoz-nebezpechna-hvoroba-riparu/> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].

65. Fomoz ripaka (*Phoma lingam* Desm.): Opys, profilaktyka ta borotba z khvoroboiu [*Phoma lingam* Desm.: Description, prevention and control of the disease] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/fomoz-rapsa> (data zvernennia 21.04.2025). [in Ukrainian].
66. Stankevych S.V., Polozhenets V.M., Nemerytska L.V. ta in. (2022). Funhitsu y i tekhnichni zasoby yikh zastosuvannia: navch. posib. [Fungicides and technical means of their application: teaching aids]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta» [in Ukrainian].
67. Khvoroby ozymoho ripaku i zakhody yikh profilaktyky v 2025 [Winter rape diseases and measures for their prevention in 2025] URL: <https://agroexp.com.ua/uk/bolezni-ozimogo-rapsa-i-mery-ih-profilaktiki> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].
68. Khvoroby ripaku [Rapeseed diseases] URL: https://lnzweb.com/blog/hvorobu_ripaky?srsId=Afm-BOooG9ibBk6IAAnQOzaCrmSqMBteSBXEE04E-iQsZI5UJay6PORUhs (data zvernennia 20.04.2025).
69. Miroshnychenko M., Lisovyi M., Babynin V. & Kazakov V. (2015). (2015). Khvoroby ripaku v Ukraini ta v sviti [Rapeseed diseases in Ukraine and the world]. Spetsvyypusk zhurnalu Propozytsiia. Ozymyi ripak vid A do Ya. S. 30–32. [in Ukrainian].
70. Khvoroby ripaku ta metody yikh kontroliu [Rapeseed diseases and methods of their control] URL: <https://kurkul.com/blog/329-hvorobi-ripaku-ta-metodi-yih-kontrolyu> (data zvernennia 20.04.2025). [in Ukrainian].

Жураковський І.С., Станкевич С.В., Жукова Л.В., Горіянова В.В., Кошеляєва Я.О. Основні хвороби ріпака в Україні

Ріпак є природним гібридом капусти листової та польової. Існують його озима та яра форми. Світові посіви ріпака озимого становлять понад 40 млн га. В Україні посіви озимого ріпаку зосереджені переважно в правобережній частині Лісостепу і становлять близько 1 млн га при урожайності насіння 2,2–2,8 т/га. Світові посівні площі ріпака ярого сягають близько 10 млн га. На сьогоднішній день посівні площі ріпака ярого в Україні становлять біля 50 тис га у Сумській, Київській, Чернігівській та Житомирській областях при урожайності насіння 1,2–1,8 т/га. На шляху до отримання високих урожаїв ріпака щороку стають хвороби різної етіології, які знижують кількісні та якісні показники врожаю на 30–40 % і більше. Метою статті було проведення критичного аналізу наукових та науково-популярних літературних джерел, щодо хвороб ріпака в Україні. Із метою встановлення видового складу основних хвороб ріпака в Україні, які мають економічне значення нами було проаналізовано 70 наукових та науково-популярних літературних джерел щодо хвороб ріпака та заходів з обмеження їхньої шкідливості. З проведеного критичного аналізу наукової та науково-популярної літератури бачимо, що в агроценозах ріпака в Україні можна щороку спостерігати цілий ряд хвороб грибної етіології: несправжня борошниста роса, або пероноспороз, чорна плямистість, або альтернаріоз, фомоз, або рак стебла, або некроз кореневої шийки, біла гниль, або білостеблність, або склеротиніоз, сіра гниль, або ботрідіоз, світла плямистість, або циліндроспоріоз, біла плямистість, або

кільцева плямистість, або сіростеблність та борошниста роса, або ерізіфоз. Стрімкому поширенню та розвитку хвороб у ріпаків агроценозах сприяло різке розширення посівних площ ріпака починаючи з 2000-х років, короткочасні сівозміни та недотримання технологій вирощування культури. Для обмеження розвитку і поширення грибних хвороб в агроценозах ріпака необхідно використовувати для посіву насіння стійких до хвороб районуваних сортів і гібридів, дотримуватися сівозміни та рекомендованих для різних зон технологій вирощування, висівати тільки протруєний насіннєвий матеріал, а обприскування посівів проводити лише дозволеними до застосування фунгіцидами і ли за нагальної потреби.

Ключові слова: ріпак, грибні хвороби, патогени, заходи захисту.

Zhurakovskiy I.S., Stankevych S.V., Zhukova L.V., Goryainova V.V., Koshelyaeva Ya.O. Main diseases of rapeseed in Ukraine

Rapeseed is a natural hybrid of cabbage and field cabbage. There are winter and spring forms. The world's winter rapeseed crops amount to over 40 million hectares. In Ukraine, winter rapeseed crops are concentrated mainly in the right-bank part of the Forest-Steppe and amount to about 1 million hectares with a seed yield of 2.2–2.8 t/ha. The world's spring rapeseed sowing area reaches about 10 million hectares. Today, the spring rapeseed sowing area in Ukraine amounts to about 50 thousand hectares in Sumy, Kyiv, Chernihiv and Zhytomyr regions with a seed yield of 1.2–1.8 t/ha. Diseases of various etiologies stand in the way of obtaining high rapeseed yields every year, which reduce the quantitative and qualitative indicators of the harvest by 30–40% or more. The aim of the article was to conduct a critical analysis of scientific and popular science literature sources on rapeseed diseases in Ukraine. In order to establish the species composition of the main rapeseed diseases in Ukraine that are of economic importance, we analyzed 70 scientific and popular science literature sources on rapeseed diseases and measures to limit their harmfulness. From the conducted critical analysis of scientific and popular science literature, we see that in rapeseed agroecosystems in Ukraine, a number of diseases of fungal etiology can be observed every year: downy mildew, or peronosporosis, black spot, or alternariosis, phomosis, or stem cancer, or root collar necrosis, white rot, or white stem blight, or sclerotinia, gray rot, or botrydiosis, light spot, or cylindrosporiosis, white spot, or ring spot, or gray stem blight, and powdery mildew, or erysipelas. The rapid spread and development of diseases in rapeseed agroecosystems was facilitated by the sharp expansion of rapeseed sowing areas since the 2000s, short-rotation crop rotations and non-compliance with crop cultivation technologies. To limit the development and spread of fungal diseases in rapeseed agroecosystems, it is necessary to use seeds of disease-resistant zoned varieties and hybrids for sowing, observe crop rotation and cultivation technologies recommended for different zones, sow only treated seed material, and spray crops only with fungicides approved for use and only in case of urgent need.

Key words: rapeseed, fungal diseases, pathogens, protection measures.

ВПЛИВ ФОНУ ЖИВЛЕННЯ І ШИРИНИ МІЖРЯДЬ НА ДОВЖИНУ ГОЛОВНОГО СТЕБЛА ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ГАРБУЗА СТОЛОВОГО НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

КАРАЩУК Г.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-4948-0952

Херсонський державний аграрно-економічний університет

ІЛЬЧУК В.Т. – аспірант

orcid.org/0009-0002-3676-8700

Херсонський державний аграрно-економічний університет

КАЗАНОК О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-6817-4985

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Потреба в удосконаленні технології вирощування гарбуза столового на Півдні України виникла через важливе народно-господарське значення цієї культури, плоди якої характеризуються достатньою кількістю вітамінів, мікро- та макроелементів, які особливо необхідні для людського організму у зимово-весняний період. Використання даної культури для вирощування за технологіями органічного виробництва також являється актуальним питанням.

Сорти являються суттєвим фактором у технології виробництва гарбуза. Від підбору сортів та їх характеристик залежать зміни в технологічних прийомах вирощування, збирання і товарної обробки плодів. Сорт має важливе значення в отриманні високих і стабільних урожаїв. Головний акцент при виборі сорту роблять на високу врожайність, стійкість до несприятливих умов росту і розвитку. Плоди повинні характеризуватися високими смаковими і технологічними якість, бути придатними для тривалого зберігання і переробки.

Серед інших агротехнічних заходів особливо важливе значення має фактор ширини міжрядь, який має вплив на площу живлення, а, відповідно, і на ріст і розвиток рослин, фотосинтетичну діяльність та продуктивність посіву гарбуза столового.

Мінеральні добрива є одним із головних елементів технології. Застосовуючи їх можна підвищити врожай сортів і якість плодів.

Тому оптимально поєднуючи дію цих факторів можна збільшити врожайність та поліпшити якість плодів гарбуза. Через це і виникла необхідність відповідної наукової розробки для умов південного Степу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки виведені нові високоврожайні сорти гарбуза, які більш адаптовані до конкретних умов вирощування. Крім того, актуальним питанням є проведення досліджень ресурсозберігаючих технологій вирощування гарбуза [1]. Проблема добору сортів гарбуза є значущою для переробної промисловості при виробництві консервів для дитячого і дієтичного харчування. При цьому значну увагу приділяють технологічним властивостям гарбуза, що оцінюють за масою і формою плоду, товщиною і кольором шкірки і м'якушу, а також харчовими – кількістю сухих речовин, цукристістю, вмістом вітамінів та ін. Не менш важливе значення має питання удосконалення агротехніки вирощування гарбуза мускатного,

що певним чином впливає на формування характеристик якості його плодів та товарності [2].

Застосування мінеральних добрив сприяє більшому нагромадженню біомаси рослинами як під час формування кущів, так і в період росту плодів. На ріст гарбуза негативно впливає відсутність азоту [3].

При отриманні високого рівня врожаю баштаних культур важливе значення мають схема посіву і площа живлення. Баштанні культури являються світлолюбними рослинами, а тому формують високий урожай тільки за оптимальної площі живлення і густоти, достатньої освітленості та на удобреному полі. Вони дуже швидко реагують на зміни в агротехнічних прийомах вирощування, зокрема, площі живлення рослин, забезпечення вологою та елементами живлення [4].

Мета статті. Метою роботи було встановити довжину головного стебла та урожайність сортів гарбуза столового залежно від фону живлення та ширини міжрядь. Для досягнення поставленої мети потрібно було визначити довжину головного стебла та урожайність плодів сортів гарбуза столового під впливом ширини міжрядь та фону живлення, рекомендувати виробництву оптимальну ширину міжрядь, ефективну дозу добрив та продуктивні сорти для умов південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Польові досліди проводили упродовж 2017–2019 рр. в умовах ТОВ ТД «Долинское» Чаплинського району Херсонської області. Дослід трифакторний: фактор А – сорти: 1) Яніна; 2) Доля; 3) Родзинка; фактор В – ширина міжрядь: 1) 70 см; 2) 140 см; 3) 210 см; фактор С – дози добрив: 1) без добрив; 2) $N_{30}P_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}$; 4) $N_{90}P_{90}$. Повторність дослідів – чотириразова.

При закладанні та проведенні дослідів, проведенні фенологічних спостережень та біометричних вимірювань користувалися загальноприйнятими методиками [5, 6].

Використовували агротехніку відповідно із рекомендаціями по вирощуванню гарбуза столового в умовах Півдня України, окрім факторів, які досліджували. Ґрунт дослідних ділянок – темно-каштановий слабосолонцюватий з низьким вмістом рухомого азоту, середнім – рухомого фосфору і обмінного калію. Попередником була пшениця озима. Мінеральні добрива згідно схеми дослідів вносили під культивування, яку проводили на глибину 12–14 см. Сівбу гарбуза проводили у першій

декаді травня із шириною міжрядь згідно схеми дослідів. Густоту стояння рослин формували на рівні 9 тис. шт. рослин на 1 га у всіх варіантах дослідів.

Урожай збирали за досягнення технічної стиглості плодів. Плоди збирали в один прийом подільночно у кожному повторенні окремо вручну.

Метеорологічні умови в роки проведення польових дослідів достатньою мірою відобразили кліматичну характеристику Півдня України, що дозволило одержати достовірні експериментальні дані, сформулювати висновки і дати рекомендації виробництву для даних ґрунтово-кліматичних умов.

Результати досліджень. Результати наших дослідів у середньому за три роки досліджень показали, що на ріст головного стебла гарбуза столового впливають сортові особливості, добрива та ширина міжрядь (табл. 1).

Так, у фазу шатрик на фоні без застосування мінеральних добрив даний показник становив у сорту Яніна – 23–29, Доля – 24–30, Родзинка 23–29 см залежно від ширини міжрядь. Застосування $N_{30}P_{30}$ збільшило довжину головного стебла на 8,7–17,2, 12,5–13,3, 8,7–10,3, $N_{60}P_{60}$ на 21,7–24,1, 23,3–25,0, 17,2–26,1, а $N_{90}P_{90}$ – на 24,1–26,1, 25,0–26,6, 24,1–30,4% відповідно.

Таблиця 1

Довжина головного стебла рослин сортів гарбуза столового залежно від ширини міжрядь та фону живлення, см (середнє за 2017–2019 рр.)

Сорт (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	Період визначення				
			шатрик	гуди- ноутво- рення	цвітіння	пло- доутво- рення	достигання
Яніна	70	без добрив	23	87	148	347	457
		$N_{30}P_{30}$	25	97	198	399	509
		$N_{60}P_{60}$	28	99	246	448	558
		$N_{90}P_{90}$	29	104	254	457	560
	140	без добрив	26	93	440	647	757
		$N_{30}P_{30}$	29	105	523	732	842
		$N_{60}P_{60}$	32	107	570	782	892
		$N_{90}P_{90}$	31	110	559	770	880
	210	без добрив	29	89	423	625	735
		$N_{30}P_{30}$	34	115	458	663	773
		$N_{60}P_{60}$	36	117	500	707	817
		$N_{90}P_{90}$	36	118	496	700	814
Доля	70	без добрив	24	83	219	417	527
		$N_{30}P_{30}$	27	92	264	464	574
		$N_{60}P_{60}$	30	95	296	500	610
		$N_{90}P_{90}$	30	97	321	526	636
	140	без добрив	28	88	525	735	845
		$N_{30}P_{30}$	31	103	550	762	872
		$N_{60}P_{60}$	35	105	583	796	906
		$N_{90}P_{90}$	36	109	574	788	898
	210	без добрив	30	86	490	694	804
		$N_{30}P_{30}$	34	110	527	734	844
		$N_{60}P_{60}$	37	118	555	770	880
		$N_{90}P_{90}$	38	116	559	765	877
Родзинка	70	без добрив	23	79	211	409	519
		$N_{30}P_{30}$	25	87	296	498	608
		$N_{60}P_{60}$	29	91	350	554	664
		$N_{90}P_{90}$	30	94	356	562	672
	140	без добрив	27	84	507	717	827
		$N_{30}P_{30}$	29	99	575	787	897
		$N_{60}P_{60}$	32	102	627	841	951
		$N_{90}P_{90}$	31	105	613	828	938
	210	без добрив	29	83	475	680	790
		$N_{30}P_{30}$	32	105	553	760	870
		$N_{60}P_{60}$	34	113	598	806	916
		$N_{90}P_{90}$	36	115	583	793	908

У період гудиноутворення даний показник за варіантами дослідів збільшився на 54–82 см, порівняно з фазою шатрик.

Довжина головного стебла у період цвітіння на фоні без внесення добрив становила у сорту Яніна 148–440, Доля – 219–525, Родзинка – 211–507 см залежно від ширини міжрядь. Застосування $N_{30}P_{30}$ збільшило довжину головного стебла на 18,9–33,8, 4,8–20,5, 13,4–40,3, $N_{60}P_{60}$ на 29,5–66,2, 11,0–35,2, 23,7–65,9, а $N_{90}P_{90}$ – на 27,0–71,6, 9,3–46,5, 20,9–68,7% відповідно.

Усі досліджувані сорти гарбуза столового формували найбільші показники довжини головного стебла за ширини міжрядь 140 см. Так, у середньому за 2017–2019 рр. у фазу плодоутворення на фоні внесення мінеральних добрив при збільшенні ширини міжрядь з 70 до 140 см, довжина головного стебла збільшувалась у сорту Яніна на 284–333, Доля 262–298, Родзинка 266–289 см і становила відповідно 732–782, 762–796, 787–841 см.

При збільшенні ширини міжрядь з 140 до 210 см довжина головного стебла у фазу плодоутворення

Таблиця 2

Урожайність гарбуза столового залежно від досліджуваних факторів, т/га

Сорт (фактор А)	Ширина міжрядь, см (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	Урожайність, т/га			
			2017	2018	2019	середнє
Яніна	70	без добрив	13,5	12,4	14,4	13,4
		N ₃₀ P ₃₀	16,4	15,0	19,8	17,1
		N ₆₀ P ₆₀	19,0	17,1	24,5	20,2
		N ₉₀ P ₉₀	19,9	17,7	26,2	21,3
	140	без добрив	15,3	14,0	17,3	15,5
		N ₃₀ P ₃₀	18,9	17,2	23,9	20,0
		N ₆₀ P ₆₀	21,8	19,7	29,6	23,7
		N ₉₀ P ₉₀	23,2	20,8	31,7	25,2
	210	без добрив	14,1	13,4	15,5	14,3
		N ₃₀ P ₃₀	17,8	16,7	22,4	19,0
		N ₆₀ P ₆₀	21,1	19,0	28,3	22,8
		N ₉₀ P ₉₀	22,3	20,5	30,5	24,4
Доля	70	без добрив	16,0	15,3	17,1	16,1
		N ₃₀ P ₃₀	19,8	17,9	21,9	19,9
		N ₆₀ P ₆₀	21,1	20,2	26,3	22,5
		N ₉₀ P ₉₀	21,5	20,9	28,6	23,7
	140	без добрив	17,5	15,0	19,5	17,3
		N ₃₀ P ₃₀	20,6	18,1	26,3	21,7
		N ₆₀ P ₆₀	23,2	20,7	32,0	25,3
		N ₉₀ P ₉₀	24,5	21,7	34,0	26,7
	210	без добрив	15,5	13,9	17,8	15,7
		N ₃₀ P ₃₀	19,4	17,2	24,9	20,5
		N ₆₀ P ₆₀	22,6	19,9	30,7	24,4
		N ₉₀ P ₉₀	24,0	21,0	33,1	26,0
Родзинка	70	без добрив	19,6	17,3	20,6	19,2
		N ₃₀ P ₃₀	22,6	19,9	26,0	22,8
		N ₆₀ P ₆₀	25,4	22,0	30,8	26,1
		N ₉₀ P ₉₀	26,4	22,6	32,4	27,1
	140	без добрив	21,3	17,9	23,7	21,0
		N ₃₀ P ₃₀	24,6	21,8	30,3	25,6
		N ₆₀ P ₆₀	27,4	24,4	35,9	29,2
		N ₉₀ P ₉₀	28,1	25,0	37,7	30,3
	210	без добрив	19,8	17,8	21,9	19,8
		N ₃₀ P ₃₀	23,3	21,0	28,7	24,3
		N ₆₀ P ₆₀	26,4	23,7	34,4	28,2
		N ₉₀ P ₉₀	28,0	24,8	36,7	29,8
HIP ₀₅ фактор А			0,61	0,62	0,57	
HIP ₀₅ фактор В			0,61	0,62	0,57	
HIP ₀₅ фактор С			0,71	0,71	0,65	

зменшувалась за варіантами дослідів на 22–75 см і становила на фоні без внесення добрив 625–694, а при застосуванні $N_{30}P_{30}$ 663–760, $N_{60}P_{60}$ 707–806, $N_{90}P_{90}$ 700–793 см.

Порівнюючи фази розвитку рослин гарбуза столового, слід зазначити, що даний показник у фазу плодоутворення становив 347–841 см залежно від варіантів дослідів. У фазу досягання довжина головного стебла збільшувалась на 103–115 см, порівняно з періодом плодоутворення.

Серед сортів гарбуза столового найбільшою довжина головного стебла була у фазу досягання у сорту Родзинка і становила 951 см за сівби з шириною міжрядь 140 см на фоні $N_{60}P_{60}$, що більше на 5,0 % порівняно з сортом Доля і на 6,6 % з сортом Яніна.

Таким чином, при вирощуванні гарбуза столового в умовах південного Степу України найкращі умови для росту головного стебла створюються при сівбі з шириною міжрядь 140 см та вирощуванні на фоні внесення $N_{60}P_{60}$.

Наші дослідження показали, що у середньому за три роки урожайність плодів склала у сорту Доля 16,1–26,7 т/га залежно від ширини міжрядь та фону живлення рослин. Сорт Яніна сформував урожайність на 6,0–20,1 % нижче, порівняно із сортом Доля, під впливом ширини міжрядь та фону живлення (табл. 2).

Середні дані за 2017–2019 рр. свідчать, що найвищий урожай плодів гарбуза столового формується при ширині міжрядь 140 см і складає у сорту Яніна 15,5–25,2, Доля – 17,3–26,7, Родзинка – 21,0–30,3 т/га під впливом фактору фон живлення.

При сівбі гарбуза з шириною міжрядь 70 см урожайність плодів знизилась у сорту Яніна на 2,1–3,9, Доля – 1,2–3,0, Родзинка – 1,8–3,2 т/га, а з шириною міжрядь 210 см – на 0,8–1,2, 0,7–1,6 та 0,5–1,3 т/га відповідно.

Застосування мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}$ сприяло збільшенню урожайності плодів гарбуза столового, порівняно з варіантом без удобрення, у середньому за три роки у сорту Яніна на 50,7–59,4, Доля – 39,8–55,4, Родзинка – 35,9–42,4%. Зменшення дози добрив до $N_{30}P_{30}$ призвело до зниження урожайності плодів гарбуза столового на 18,1–20,0, 13,1–16,6, 14,1–16,0 %.

Найвищою урожайність плодів була у сорту Родзинка і склала 19,2–30,3 т/га залежно від фону живлення та ширини міжрядь, що на 2,9–4,1 т/га вище за сорт Доля і на 5,1–5,9 т/га за сорт Яніна.

На фоні внесення $N_{60}P_{60}$ та $N_{90}P_{90}$ отримали практично однакові рівні врожаїв – відповідно у сорту Яніна 20,2–23,7 і 21,3–25,2, Доля – 22,5–25,3 і 23,7–26,7, Родзинка – 26,1–29,2 і 27,1–30,3 т/га.

Висновки. При вирощуванні гарбуза столового в умовах Півдня України для отримання урожайності плодів у межах 25–30 т/га рекомендується висівати високоврожайні сорти Доля та Родзинка з шириною міжрядь 140 см на фоні внесення $N_{60}P_{60}$, при цьому складаються найкращі умови для росту головного стебла рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гусев М. Г., Панюкова О. О., Шаталова В. В. Продуктивність гарбузів залежно від рівня зволоження, сортового складу та норм мінеральних добрив

в умовах Південного Степу. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 47. С. 40–44.

2. Колтунів В., Булах М., Орлов Д. Структура врожаю гарбузів залежно від сорту. *Плантатор*. 2016. № 4 (28). С. 78–80.
3. Лихацький В. І. Баштаництво: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2002. С. 79–84.
4. Семен Д. Т. Особливості вирощування гарбуза на насіння у зрошуваних умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81. С. 184–188.
5. Методика польового дослідів (Зрошуване землеробство) / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. В. Коковіхін, С. П. Голобородько. Херсон: Гринь Д.С. 2014. 448 с.
6. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштаництві: навч. посіб. Харків: Основа, 2001. 366 с.

REFERENCES:

1. Husiev, M.H., Paniukova, O.O., & Shatalova, V.V. (2007). Produktivnist harbuziv zalezno vid rivnia zvolozhennia, sortovoho skladu ta norm mineralnykh dobryv v umovakh Pivdennoho Stepu [The influence of moisture level, varietal composition and mineral fertilizer rates on pumpkin productivity in the Southern Steppe]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 47, 40-44 [in Ukrainian].
2. Koltunov, V., Bulakh, M., & Orlov, D. (2016). Struktura vrozhaiv harbuziv zalezno vid sortu [Pumpkin yield structure depending on the variety]. *Plantator – Planter*, 4 (28), 78-80 [in Ukrainian].
3. Lykhatskyi, V.I. (2002). *Bashtannytstvo [Masonry]*. Kyiv: Vyshcha shkola, 79-84 [in Ukrainian].
4. Semen, D.T. (2012). Osoblyvosti vyroshchuvannia harbuza na nasinnia u zroshuvanykh umovakh Pivdnia Ukrainy [Peculiarities of growing pumpkin seeds in irrigated conditions in Southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 81, 184-188 [in Ukrainian].
5. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Kokovikhin, S.V. & Holoborodko, S.P. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [The method of field studies (Irrigation farming)]*. Kherson: Hrin D.S., 448 [in Ukrainian].
6. Bondarenko, H.L., & Yakovenko, K.I. (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]*. Kharkiv: Osнова, 366 [in Ukrainian].

Каращук Г.В., Ільчук В.Т., Казанок О.О. Вплив фону живлення і ширини міжрядь на довжину головного стебла та урожайність сортів гарбуза столового на Півдні України

Метою роботи було встановити довжину головного стебла та урожайність сортів гарбуза столового залежно від фону живлення та ширини міжрядь. **Методи.** Польові досліді проводили упродовж 2017–2019 рр. в умовах ТОВ ТД «Долинское» Чаплинського району Херсонської області. При закладанні та проведенні дослідів, проведенні фенологічних спостережень та біометричних вимірювань користувалися загальноприйнятими методиками. Використовували агротехніку відповідно із рекомендаціями по вирощуванню гарбуза столового в умовах Півдня України, окрім факторів, які досліджували.

Результати. Результати дослідів у середньому за три роки досліджень показали, що на ріст головного стебла гарбуза столового впливають сортові особливості, добрива та ширина міжрядь. Так, у фазу шатрик на фоні без застосування мінеральних добрив даний показник становив у сорту Яніна – 23–29, Доля – 24–30, Родзинка 23–29 см залежно від ширини міжрядь. Застосування $N_{30}P_{30}$ збільшило довжину головного стебла на 8,7–17,2, 12,5–13,3, 8,7–10,3, $N_{60}P_{60}$ на 21,7–24,1, 23,3–25,0, 17,2–26,1, а $N_{90}P_{90}$ – на 24,1–26,1, 25,0–26,6, 24,1–30,4% відповідно. У період гудиноутворення даний показник за варіантами дослідів збільшився на 54–82 см, порівняно з фазою шатрик. Довжина головного стебла у період цвітіння на фоні без внесення добрив становила у сорту Яніна 148–440, Доля – 219–525, Родзинка – 211–507 см залежно від ширини міжрядь. Застосування $N_{30}P_{30}$ збільшило довжину головного стебла на 18,9–33,8, 4,8–20,5, 13,4–40,3, $N_{60}P_{60}$ на 29,5–66,2, 11,0–35,2, 23,7–65,9, а $N_{90}P_{90}$ – на 27,0–71,6, 9,3–46,5, 20,9–68,7% відповідно. Усі досліджувані сорти гарбуза столового формували найбільші показники довжини головного стебла за ширини міжрядь 140 см. Так, у середньому за 2017–2019 рр. у фазу плодоутворення на фоні внесення мінеральних добрив при збільшенні ширини міжрядь з 70 до 140 см, довжина головного стебла збільшувалась у сорту Яніна на 284–333, Доля 262–298, Родзинка 266–289 см і становила відповідно 732–782, 762–796, 787–841 см. При збільшенні ширини міжрядь з 140 до 210 см довжина головного стебла у фазу плодоутворення зменшувалась за варіантами дослідів на 22–75 см і становила на фоні без внесення добрив 625–694, а при застосуванні $N_{30}P_{30}$ 663–760, $N_{60}P_{60}$ 707–806, $N_{90}P_{90}$ 700–793 см. Порівнюючи фази розвитку рослин гарбуза столового, слід зазначити, що даний показник у фазу плодоутворення становив 347–841 см залежно від варіантів дослідів. У фазу досягання довжина головного стебла збільшувалась на 103–115 см, порівняно з періодом плодоутворення. Серед сортів гарбуза столового найбільшою довжина головного стебла була у фазу досягання у сорту Родзинка і становила 951 см за сівби з шириною міжрядь 140 см на фоні $N_{60}P_{60}$, що більше на 5,0 % порівняно з сортом Доля і на 6,6 % з сортом Яніна. Наші дослідження показали, що у середньому за три роки урожайність плодів складала у сорту Доля 16,1–26,7 т/га залежно від ширини міжрядь та фону живлення рослин. Сорт Яніна сформував урожайність на 6,0–20,1 % нижче, порівняно із сортом Доля, під впливом ширини міжрядь та фону живлення. Середні дані за 2017–2019 рр. свідчать, що найвищий урожай плодів гарбуза столового формується при ширині міжрядь 140 см і складає у сорту Яніна 15,5–25,2, Доля – 17,3–26,7, Родзинка – 21,0–30,3 т/га під впливом фактору фон живлення. При сівбі гарбуза з шириною міжрядь 70 см урожайність плодів знизилась у сорту Яніна на 2,1–3,9, Доля – 1,2–3,0, Родзинка – 1,8–3,2 т/га, а з шириною міжрядь 210 см – на 0,8–1,2, 0,7–1,6 та 0,5–1,3 т/га відповідно. Застосування мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}$ сприяло збільшенню урожайності плодів гарбуза столового, порівняно з варіантом без удобрення, у середньому за три роки у сорту Яніна на 50,7–59,4, Доля – 39,8–55,4, Родзинка – 35,9–42,4%. Зменшення дози добрив до $N_{30}P_{30}$ призвело до зниження урожайності плодів гарбуза столового на 18,1–20,0, 13,1–16,6, 14,1–16,0 %. Найвищою урожайністю плодів була у сорту Родзинка і складала 19,2–30,3 т/га залежно від фону живлення та ширини міжрядь, що на 2,9–4,1 т/га вище за

сорт Доля і на 5,1–5,9 т/га за сорт Яніна. На фоні внесення $N_{60}P_{60}$ та $N_{90}P_{90}$ отримали практично однакові рівні врожайів – відповідно у сорту Яніна 20,2–23,7 і 21,3–25,2, Доля – 22,5–25,3 і 23,7–26,7, Родзинка – 26,1–29,2 і 27,1–30,3 т/га. **Висновки.** При вирощуванні гарбуза столового в умовах Півдня України для отримання урожайності плодів у межах 25–30 т/га рекомендується висівати високоврожайні сорти Доля та Родзинка з шириною міжрядь 140 см на фоні внесення $N_{60}P_{60}$, при цьому складаються найкращі умови для росту головного стебла рослин.

Ключові слова: гарбуз столовий, плоди, сорти, ширина міжрядь, фон живлення, урожайність, довжина головного стебла.

Karashchuk G.V., Ilchuk V.T., Kazanok O.O. The influence of fertilization background and row spacing on the main stem length and yield of table pumpkin varieties in the South of Ukraine

Purpose The aim of the study was to determine the main stem length and yield of table pumpkin varieties depending on fertilization background and row spacing. **Methods.** Field experiments were conducted during 2017–2019 under the conditions of Dolynske LLC Trading House, Chaplynka District, Kherson Region. The experiment was laid out in four replications. Standard methodologies were used during the establishment and conduction of the experiment, as well as for phenological observations and biometric measurements. Agricultural practices were carried out in accordance with recommendations for growing table pumpkin in the conditions of Southern Ukraine, except for the studied factors. **Results.** The results of the experiments, averaged over three years of research, showed that the growth of the main stem of table pumpkin is influenced by varietal characteristics, fertilizers, and row spacing. In the seedling stage, without the use of mineral fertilizers, the main stem length was 23–29 cm for the Janina variety, 24–30 cm for Doly, and 23–29 cm for Rodzynka, depending on row spacing. The application of $N_{30}P_{30}$ increased the main stem length by 8.7–17.2, 12.5–13.3, 8.7–10.3 cm, $N_{60}P_{60}$ by 21.7–24.1, 23.3–25.0, 17.2–26.1 cm, and $N_{90}P_{90}$ by 24.1–26.1, 25.0–26.6, 24.1–30.4%, respectively. During the fruiting stage, this indicator increased by 54–82 cm compared to the seedling stage. The length of the main stem at the flowering stage, without fertilization, was 148–440 cm for Janina, 219–525 cm for Doly, and 211–507 cm for Rodzynka, depending on row spacing. The application of $N_{30}P_{30}$ increased the main stem length by 18.9–33.8, 4.8–20.5, 13.4–40.3 cm, $N_{60}P_{60}$ by 29.5–66.2, 11.0–35.2, 23.7–65.9 cm, and $N_{90}P_{90}$ by 27.0–71.6, 9.3–46.5, 20.9–68.7%, respectively. All the studied table pumpkin varieties formed the longest main stems at a row spacing of 140 cm. In the period from 2017 to 2019, during the fruit formation stage, with the application of mineral fertilizers and an increase in row spacing from 70 to 140 cm, the main stem length increased by 284–333 cm for Janina, 262–298 cm for Doly, and 266–289 cm for Rodzynka, reaching 732–782 cm, 762–796 cm, and 787–841 cm, respectively. When row spacing increased from 140 to 210 cm, the main stem length during the fruit formation stage decreased by 22–75 cm, depending on the experimental variant, and was 625–694 cm without fertilizers, 663–760 cm with $N_{30}P_{30}$, 707–806 cm with $N_{60}P_{60}$, and 700–793 cm with $N_{90}P_{90}$. Comparing the stages of pumpkin plant development, it should be noted that the main stem length during the fruiting stage ranged from 347 to 841 cm,

depending on the experimental variants. During the ripening stage, the main stem length increased by 103–115 cm compared to the fruiting period. Among the table pumpkin varieties, the longest main stem during ripening was observed in the Rodzynka variety, reaching 951 cm with 140 cm row spacing and the application of $N_{60}P_{60}$, which was 5.0% longer than Doly and 6.6% longer than Janina. Our studies showed that, on average, over three years, the yield of pumpkin fruits for the Doly variety ranged from 16.1 to 26.7 t/ha, depending on row spacing and plant nutrition. The Janina variety yielded 6.0–20.1% less compared to Doly, influenced by row spacing and nutrition. The average data from 2017 to 2019 indicate that the highest pumpkin fruit yields were obtained with 140 cm row spacing, producing 15.5–25.2 t/ha for Janina, 17.3–26.7 t/ha for Doly, and 21.0–30.3 t/ha for Rodzynka, depending on the nutrition factor. With 70 cm row spacing, fruit yields decreased by 2.1–3.9 t/ha for Janina, 1.2–3.0 t/ha for Doly, and 1.8–3.2 t/ha for Rodzynka. With 210 cm row spacing, the yields decreased by 0.8–1.2 t/ha for Janina, 0.7–1.6 t/ha for Doly, and 0.5–1.3 t/ha for Rodzynka. The application of $N_{60}P_{60}$ mineral fertilizers led to an increase in fruit yields

compared to the unfertilized variant by 50.7–59.4% for Janina, 39.8–55.4% for Doly, and 35.9–42.4% for Rodzynka, on average over three years. Reducing the fertilizer dose to $N_{30}P_{30}$ led to a decrease in fruit yields by 18.1–20.0% for Janina, 13.1–16.6% for Doly, and 14.1–16.0% for Rodzynka. The highest fruit yields were observed in the Rodzynka variety, with 19.2–30.3 t/ha, depending on the nutrition and row spacing factors, which was 2.9–4.1 t/ha higher than Doly and 5.1–5.9 t/ha higher than Janina. The application of $N_{60}P_{60}$ and $N_{90}P_{90}$ resulted in nearly identical yields: 20.2–23.7 and 21.3–25.2 t/ha for Janina, 22.5–25.3 and 23.7–26.7 t/ha for Doly, and 26.1–29.2 and 27.1–30.3 t/ha for Rodzynka, respectively. **Conclusions.** When cultivating table pumpkin in the southern regions of Ukraine, to achieve a fruit yield of 25–30 t/ha, it is recommended to sow high-yielding varieties such as Doly and Rodzynka with a row spacing of 140 cm and apply $N_{60}P_{60}$. Under these conditions, the most favorable environment for the growth of the plant's main stem is created.

Key words: table pumpkin, fruits, varieties, row spacing, fertilization regime, yield, main stem length.

АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ СТРОКІВ СІВБИ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ МАСИ ЗЕРНІВКИ

КЛИМИШЕНА Р.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-4643-7895

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

ГОРАШ О.С. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0001-9418-0310

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. В літературних джерелах інформації щодо впливу факторів зовнішнього середовища на елементи структури урожайності зернових культур недостатньо. В основному в наукових публікаціях повідомляється про роль біологічних та технологічних факторів в управлінні елементами структури урожайності ячменю [1, 2, 3]. Проте в процесі вирощування ячменю нині затребувані комплексні технологічні рішення, особливо щодо питання раціонального використання ресурсу середовища у взаємозв'язку з настанням сприятливих регіональних умов для забезпечення процесу сівби за різних строків. Спроможність реалізації біологічного потенціалу окремих елементів структури урожайності, зокрема маси зернівки, за впливом умов вегетації ранніх, середньоранніх та пізніх строків сівби є особливо актуальним питанням не тільки у відношенні досягнення високого рівня продуктивності посівів, але й щодо якості вирощеної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Світова література, яка торкається вирощування ячменю досить обширна [4, 5]. В останні 20 років з'явилися публікації в яких представлено аналіз стану проблем вирощування ячменю та перспективні напрямки досліджень [6, 7].

Виробнича діяльність в галузі рослинництва в процесі вирощування сільськогосподарських культур тісно пов'язана з використанням природних ресурсів, серед яких дуже важливе місце займають кліматичні. Кліматологічними дослідженнями Гідрометслужби України оцінено сучасні режими регіонального клімату та обґрунтовано на основі прогнозування напрямки та перспективи їх розвитку [8, 9]. Сценарій регіонального клімату південно-західної частини Лісостепу характеризується настанням раннього потепління вже в перші весняні дні, яке забезпечує можливість організації сільськогосподарських робіт в польових умовах. Прогрівання ґрунту за сприятливості температурного режиму в останні десятиліття забезпечило можливість сівби ячменю вже з самого початку березня. З точки зору наукового обґрунтування технології вирощування ячменю ярого, це позитивні зміни за сприятливістю продуктивного росту та розвитку рослин.

Часто в наукових виданнях висвітлюють шляхи реалізації біологічного потенціалу культури на основі впровадження у виробництво сучасних конкурентоспроможних технологій вирощування. Проте в цих публікаціях

в основному увага зосереджується на виборі високопродуктивних сортів пристосованих до умов вирощування, оптимізації мінерального живлення, використанню сучасних регуляторів росту, органо-мінеральних добрив [1, 5, 6]. В літературних джерелах часто звертається увага на реалізацію потенціалу продуктивності рослин в конкретних умовах зовнішнього середовища за часткою їх впливу [2]. Посилаючись на це, наголошується на реальні можливості встановлення на основі досліджень оптимальної гармонії між умовами середовища та генотипом рослин в процесі вирощування.

Ячмінь, без застережень, можна віднести до культур зародження цивілізації. Зокрема, відомо про перше інформаційне підтвердження на основі писемних документів клиновидним шрифтом, яке відносяться до періоду існування Месопотамії за 1700 років до нової ери. Віднайдені поради щодо вирощування ячменю, де зазначено про підготовку ґрунту, оранку, сівбу, збирання врожаю, сортування насіння. Отже, актуальність питання процесу вирощування ячменю характерна з давніх часів і по сьогоднішній день. Важлива складова частина модернізації технології вирощування ячменю нині полягає в адаптації до змін клімату. Забезпеченню успішної адаптації сприятимуть дослідження встановлення оптимальної відповідності процесів росту та розвитку рослин ячменю ярого в різних умовах вегетації або різних ресурсів енергетичного забезпечення в отриманні максимальних результатів продуктивності рослин, як в узагальненому варіанті даних, так і за окремими елементами структури урожайності. В агрофітоценозах ячменю за різного рівня організації діють специфічні закономірності, за яких відбувається формування і реалізація біологічного потенціалу репродуктивних органів. Встановлення всіх можливих варіантів управління реалізацією потенціалу продуктивності – це основна умова досягнення успішного вирощування сільськогосподарських культур.

Мета досліджень – встановити залежність ступеня реалізації продуктивної здатності ячменю ярого за показником маси зернівки внаслідок впливу зовнішніх умов середовища та норм висіву насіння в процесі вирощування за диференційованих строків сівби.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконані впродовж 2018–2020 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

Об'єкт дослідження – сорт ячменю ярого Себастьян, процеси формування урожайності зерна за окремими структурними компонентами. Організація польового досліду: закладка ділянок у 4 повтореннях обліковою площею 20 м². Строки сівби: перший – 10 березня, другий – 20 березня, третій – 30 березня, четвертий – 9 квітня, п'ятий – 19 квітня. Норми висіву насіння – 200; 250; 300 схожих насінин шт./м². Застосування мінеральних добрив – фони мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ та N₆₀P₉₀K₉₀. Спосіб сівби звичайний рядковий, глибина загортання насіння в межах 2–3 см. Тип ґрунту – чорнозем опідзолений глеуватий середньосуглинковий, за фізичними та агрохімічними властивостями сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур.

Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використано дисперсійний аналіз на основі статистичного методу Duncan's Multiple Range Test [10].

Результати досліджень. Маса зернівки, як досить важливий елемент структури урожайності за своїми параметрами зумовлюється умовами вирощування при наливі зерна на заключних етапах органогенезу [3]. До важливого аспекту показника маси зернин ячменю належить якість. Зернівки з більшою масою містять більше крохмалю та інших поживних речовин, що покращує їх харчову цінність. Зернівки з високими показниками маси за своїми посівними якостями характеризуються високою енергією та здатністю до проростання, стійкі до низьких температур та інших несприятливих умов. Зерно ячменю за більшої маси має кращі технологічні властивості, як для пивоварної галузі, так і при використанні в якості сировини для харчової промисловості у процесі переробки на крупу.

Отримані результати досліджень засвідчують тренд реалізації потенціалу маси зернівки за напрямком збільшення параметрів у взаємозв'язку із впливом

змін факторів вегетації середовища за різних строків сівби, розпочинаючи від першого строку проведеного 10 березня і далі із відтермінуванням на кожних наступних 10 днів (табл. 1).

Відповідно максимальні значення даних на фоні мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ в середньому по досліді встановлені за п'ятого строку сівби 49,9 мг, мінімальні за першого строку сівби – 47,6 мг, різниця становить 2,3 мг (табл. 2). В середньому по досліді відповідно до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого строків сівби отримані показники маси зернини 47,6 мг; 48,0; 48,4; 49,2; 49,9 мг. Встановлені зміни параметрів за впливом умов середовища були істотними щорічно. Отримані результати характеризують встановлену закономірність, так як за виконанням статистичним аналізом дані маси зернин розподілені в окремі гомогенні групи для кожного строку сівби.

Аналогічна закономірність встановлена при вирощуванні ячменю ярого на фоні мінерального живлення N₆₀P₉₀K₉₀. Зміщення строків сівби ячменю ярого на 10 днів, розпочинаючи від першого проведеного 10 березня, сприяло в процесі формування урожайності поступовому збільшенню маси зернин (табл. 2). В середньому по досліді за першого строку сівби показник маси зернин ячменю ярого становив 46,9 мг, за другого строку – 47,3 мг, за третього – 47,9 мг, за четвертого – 48,5 мг і за п'ятого – 49,5 мг. Істотність змін від впливу факторів вегетації середовища доведена на основі статистичного аналізу за критерієм Дункана. Закономірність збільшення маси однієї зернини ячменю ярого з відтермінуванням строків сівби, розпочинаючи від першого проведеного 10 березня, була щорічною. Розподіл даних у різних п'яти гомогенних групах стверджує отримані результати впливу абіотичних факторів на реалізацію продуктивності колоса ячменю за масою зернини.

Таблиця 1

Залежність продуктивності колоса ячменю за масою зернівки від впливу абіотичних та технологічних факторів, мг (середнє за 2018–2020 рр.)

Строк сівби	Фон живлення N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅			Фон живлення N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀		
	Норма висіву насіння, шт./м²					
	200	250	300	200	250	300
перший	48,0	47,7	47,2	47,5	46,8	46,5
другий	48,4	48,0	47,5	47,7	47,4	46,8
третій	48,8	48,5	47,9	48,3	47,9	47,4
четвертий	49,6	49,2	48,8	49,0	48,5	47,9
п'ятий	50,3	49,9	49,5	50,0	49,5	49,0

Таблиця 2

Оцінка впливу умов зовнішнього середовища за різних строків сівби на масу зернівки в колосі ячменю ярого, мг (тест Дункана)

Строк сівби	фон N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅			фон N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀			Гомогенні групи				
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3	4	5
1	46,8	48,0	48,2	45,7	47,4	47,6	****				
2	47,1	48,2	48,6	46,3	47,7	48,0		****			
3	47,6	48,5	49,1	46,9	48,2	48,5			****		
4	49,0	48,9	49,6	47,5	48,7	49,2				****	
5	49,8	49,7	50,1	49,0	49,5	50,0					****

Таблиця 3

Оцінка впливу норм висіву насіння на масу зернівки в колосі ячменю ярого, мг (тест Дункана)

Норма висіву, нас./м ²	фон N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅			фон N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀			Гомогенні групи		
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	1	2	3
200	48,3	49,1	49,6	47,7	48,7	49,1	****		
250	48,1	48,6	49,2	47,1	48,2	48,7		****	
300	47,7	48,3	48,6	46,5	48,0	48,1			****

Також отримані результати впливу норм висіву насіння на масу зернин показують, що збільшення норми висіву насіння спричиняє до зниження реалізації потенціалу за цією ознакою (табл. 3). В середньому по досліді при вирощуванні на фоні мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ відповідно до норм висіву насіння 200; 250; 350 нас. шт./м² отримано показники 49,0 мг; 48,6 мг та 48,2 мг. Статистичний аналіз доводить про те, що збільшення норми висіву насіння на 50 шт. насінин на м² спричиняє істотне зменшення маси зернівки при формуванні урожайності ячменю ярого. Щорічно показники маси зернини ячменю в проведеному дослідженні відповідно до показаних норм висіву насіння за їх збільшення істотно різнилися у порівнянні між собою. Межі змін у 2018 році становили від 48,3 мг до 47,7 мг, у 2019 році – від 49,1 мг до 48,3 мг і у 2020 році – від 49,6 мг до 48,6 мг.

За результатами досліджень на фоні мінерального удобрення N₆₀P₉₀K₉₀ отримані показники маси зернини за закономірністю впливу технологічного фактора норм висіву насіння аналогічні. В середньому по досліді відповідно до норм висіву насіння 200; 250; 300 нас. шт./м² отримані значення 48,5 мг; 48,0 мг та 47,5 мг, що підкреслює особливість впливу норм висіву насіння на реалізацію потенціалу продуктивності колоса ячменю. Отримані результати в 2018–2020 роках на основі статистичного аналізу з використанням рангового критерію Дункана показують, що збільшення норми висіву насіння на

50 шт./м² спричиняє істотні зміни параметрів маси зернини ячменю ярого.

Зменшення параметрів маси зернівки ячменю ярого при збільшенні норми висіву насіння пояснюється тим, що розвиток і формування посівів за збільшення норм висіву відбувається за рахунок більшої кількості рослин і водночас за меншого продуктивного процесу кушіння. Розвиток оптимальної фотосинтезуючої поверхні рослин в посіві ячменю досягається шляхом встановлення відповідних норм висіву насіння з наступним забезпеченням оптимального процесу кушіння.

Оцінка факторів, зокрема абіотичних умов середовища та норм висіву насіння, як джерел варіації за часткою впливу на показник маси зернини показує такі результати: фактор А – 85,8% на фоні мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ та 83,0% на фоні мінерального живлення N₆₀P₉₀K₉₀ (рис. 1). Частка впливу фактора В – норм висіву насіння становить 14,1% на фоні мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ та 16,6% на фоні мінерального живлення N₆₀P₉₀K₉₀.

Висновки. За умов вегетації відповідно до різних строків сівби розпочинаючи від першого проведеного 10 березня через кожних 10 днів для посівів ячменю ярого встановлені процеси формування урожайності за яких відбувається істотне збільшення параметрів маси зернівки колоса.

У відповідності до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого строків сівби отримані в середньому

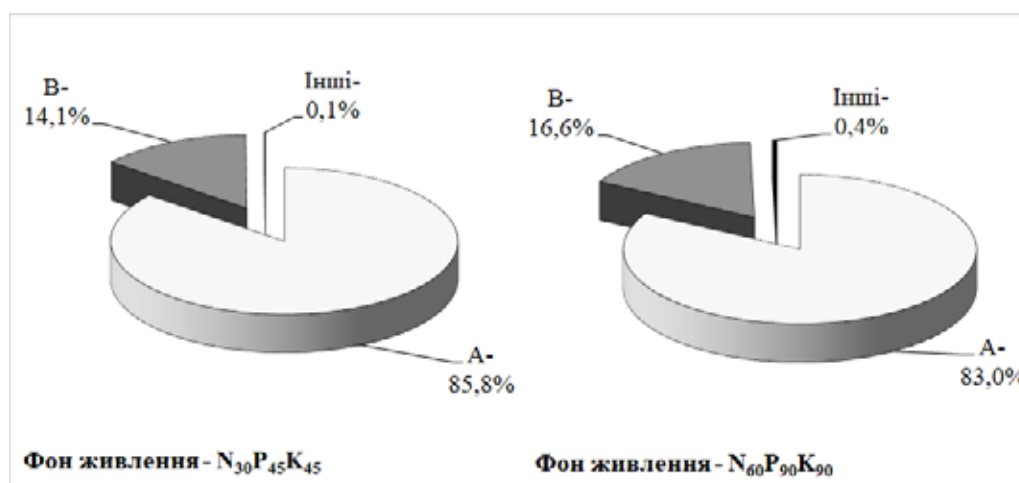


Рис. 1. Частка впливу умов зовнішнього середовища за диференційованих строків сівби та норм висіву насіння на параметри маси зернівки ячменю (А – умови середовища, В – норма висіву)

по досліді показники маси зернівки на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ – $47,6 < 48,0 < 48,4 < 49,2 < 49,9$ мг і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – $46,9 < 47,3 < 47,9 < 48,5 < 49,5$ мг. Збільшення норм висіву насіння в організованому дослідженні спричиняло до істотного зменшення маси зернівки ячменю.

Відповідно до норм висіву насіння 200; 250; 300 шт./м² в середньому по досліді встановлені показники на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ – $49,0 > 48,6 > 48,2$ мг і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – $48,5 > 48,0 > 47,5$ мг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кирилук В.П., Тимошук Т.М., Котельницька Г.М. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Наукові горизонти*. 2019. № 9(22). С. 36-44. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-82-9-36-44>
2. Гораш О.С., Климишена Р.І. Управління ростом і розвитком рослин в технологіях вирощування сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2024. 300 с.
3. Климишена Р.І. Залежність маси зернівки ячменю ярого від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривами. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 82-87. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112-11>
4. Kennedy S.P., Lynch J.P., Spink J. & Bingham I.J. Grain number and grain filling of two-row malting barley in response to variation in post-anthesis radiation: Analysis by grain position on the ear and its implications for yield improvement and quality. *Field Crops Research*. 2018. Volume 225. P. 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.06.004>
5. Yula V., Kaminska V., Porodko M., Dudka O., & Mushyk B. Characteristics of spring barley crop formation depending on cultivation technology elements. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*. 2024. No. 3. P. 76-86. <https://doi.org/10.54651/agri.2024.03.08>
6. Касаткіна Т.О., Гамаюнова В.В. Перспективи та особливості вирощування ячменю ярого на півдні України. *Наукові горизонти*. 2018. № 7-8. С. 131-138.
7. Jiang C., Kan J., Gao G., Dockter C., Li C., Wu W., Yang P. & Stein N. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding. *Molecular Plant*. 2025. Vol. 18, Issue 2. P. 195-218. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009>
8. Балабух В.О. Недобір урожаю зернових культур в Україні зумовлений зміною температури повітря та кількості опадів. *Сільськогосподарська наука і практика*. 2023. Vol. 10, No. 1. P. 31-53. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.01.031>
9. Польовий А.Н., Божко Л.Є., Барсукова Є.А. Вплив змін клімату на агрокліматичні показники вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. № 20. P. 61–70. <https://doi.org/10.31481/uhmj.20.2017.07>
10. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.

REFERENCES:

1. Kyryliuk, V., Tymoshchuk, T., & Kotelnitska, H. (2019). *Vplyv system osnovnoho obrobittu hruntu ta udobrennia na produktyvnist yachmeniu yaroho* [Yield and quality of barley grain according to the systems of basic tillage and fertilization]. *Scientific Horizons*, 9(22), 36-44. [in Ukrainian]
2. Horash, O.S., & Klymyshena, R.I. (2024). *Upravlinnia rostom i rozvytkom roslyn v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk* [Management of plant growth and development in crop cultivation technologies: study guide]. Kamianets-Podilskyi: HEI «PSU», 300. [in Ukrainian]
3. Klymyshena, R.I. (2020). *Zalezhnist masy zernivky yachmeniu yaroho vid vplyvu pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn mikrodobryvamy* [The dependence of the weight of spring barley grains on the effects of foliar nutrition of plants with microfertilizers]. *Taurida Scientific Herald*, 112, 82-87. [in Ukrainian]
4. Kennedy, S.P., Lynch, J.P., Spink, J., & Bingham, I.J. (2018). Grain number and grain filling of two-row malting barley in response to variation in post-anthesis radiation: Analysis by grain position on the ear and its implications for yield improvement and quality. *Field Crops Research*, 225, 74-82.
5. Yula, V., Kaminska, V., Porodko, M., Dudka, O., & Mushyk, B. (2024). Characteristics of spring barley crop formation depending on cultivation technology elements. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 3, 76-86.
6. Kasatkina, T., & Gamayunova, V. (2018). *Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na pivdni Ukrainy* [Perspective is that the particularity of the barley is vivid on the countryside]. *Scientific Horizons*, 21(8), 131-138. [in Ukrainian]
7. Jiang, C., Kan, J., Gao, G., Dockter, C., Li, C., Wu, W., Yang, P., & Stein, N. (2025). Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding. *Molecular Plant*, 18(2), 195-218.
8. Balabukh, V.O. (2023). *Nedobir urozhaiu zernovykh kultur v Ukraini zumovlenyi zminoiu temperatury povitria ta kilkosti opadiv* [Yield shortfall of cereals in Ukraine caused by the change in air temperature and precipitation amount]. *Agricultural Science and Practice*, 10(1), 31-53. [in Ukrainian]
9. Polevoy, A.N., Bozhko, L.E. & Barsukova, E.A. (2017). *Vplyv zmin klimatu na ahroklimatychni pokaznyky vehetatsiinoho periodu osnovnykh silskohospodarskykh kultur* [Impact of climat changes on agro-climatic indices of the vegetative period of main agricultural crops]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 20, 61-70. [in Ukrainian]
10. Ermantraut, E.R., Prysiazhniuk, O.I., & Shevchenko, I.L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package]. Kyiv: Ukrainka akademiia ahrarykh nauk, 55 [in Ukrainian]

Климишена Р.І., Гораш О.С. Агробіологічні особливості процесу вирощування ячменю ярого за диференційованих строків сівби на основі аналізу параметрів маси зернівки

Мета досліджень – встановити залежність ступеня реалізації продуктивної здатності ячменю ярого за показником маси зернівки внаслідок впливу зовнішніх умов середовища та норм висіву насіння в процесі вирощування за диференційованих строків сівби.

Методи. Дослідження виконані впродовж 2018–2020 рр. в ЗВО «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України. Під час проведення досліджень використано наукові методи: лабораторний, аналітичний, конкретизації, узагальнення, математичний. **Результати.** Доведено, що із зміщенням строків сівби ячменю ярого на 10 днів розпочинаючи від першого проведеного 10 березня відбувається поступове істотне збільшення продуктивності колоса за масою зернівки. Встановлено, що незалежно від строку сівби збільшення норми висіву насіння спричиняє зниження продуктивності колоса. **Висновки.** За умов вегетації відповідно до різних строків сівби розпочинаючи від першого проведеного 10 березня через кожних 10 днів для посівів ячменю ярого, як на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$, так і на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$ встановлені процеси формування урожайності за яких відбувається істотне збільшення параметрів маси зернівки колоса. У відповідності до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого строків сівби в середньому по досліді отримані показники маси зернівки на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ – $47,6 < 48,0 < 48,4 < 49,2 < 49,9$ мг і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – $46,9 < 47,3 < 47,9 < 48,5 < 49,5$ мг. Збільшення норм висіву насіння в організованому дослідженні спричиняло до істотного зменшення маси зернівки ячменю. Відповідно до норм висіву насіння 200; 250; 300 шт./м² в середньому по досліді встановлені показники на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ – $49,0 > 48,6 > 48,2$ мг і на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ – $48,5 > 48,0 > 47,5$ мг.

Ключові слова: ячмінь ярий, умови середовища, строки сівби, норми висіву, фон живлення, маса зернівки, продуктивність.

Klymyshena R.I., Horash O.S. Agrobiological features of the process of spring barley growing at differentiated sowing dates based on the analysis of grain weight parameters

The purpose of the research is to establish the dependence of the realization degree of productive capacity of spring barley on the grain weight indicator due to the influence of external environmental conditions and seeding rates in the process of growing at differentiated sowing dates. **Methods.** The research was carried out during 2018–2020 at the Higher educational institution «Podillia State University» in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. During the research, the following scientific methods were used: laboratory, analytical, concretization, generalization, mathematical. **Results.** It is proven that with the shift of spring barley sowing dates by 10 days starting from the first one held on March 10, there is a gradual significant increase in ear productivity by grain weight. It is established that regardless of the sowing date, an increase in seeding rates causes a decrease in ear productivity. **Conclusions.** Under vegetation conditions, according to different sowing dates, starting from the first one on March 10, every 10 days for spring barley crops, both on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$ and on the background $N_{60}P_{90}K_{90}$, yield formation processes were established, under which a significant increase in the parameters of the weight of the ear grain occurs. In accordance with the first, second, third, fourth and fifth sowing dates, the average experimentally obtained grain weight indicators on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$ were $47.6 < 48.0 < 48.4 < 49.2 < 49.9$ mg and on the background of mineral nutrition $N_{60}P_{90}K_{90}$ were $46.9 < 47.3 < 47.9 < 48.5 < 49.5$ mg. An increase in seeding rates in an organized study led to a significant decrease in the mass of barley grain. According to the seeding rates of 200; 250; 300 pcs./m² on average, the experimentally established indicators on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$ – $49.0 > 48.6 > 48.2$ mg and on the background of mineral nutrition $N_{60}P_{90}K_{90}$ – $48.5 > 48.0 > 47.5$ mg.

Key words: spring barley, environmental conditions, sowing dates, seeding rates, nutritional background, grain weight, productivity.

ФУНГІЦИДНИЙ КОНТРОЛЬ КАПУСТИ БІЛОКАЧАННОЇ ПРОТИ АЛЬТЕРНАРІОЗУ (*ALTERNARIA BRASSICAE* (BERK.) SACC) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

КРИВЕНКО А.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-2133-3010

Одеський державний аграрний університет

БОНДАР Л.П. – кандидат біологічних наук, доцент

orcid.org/0009-0007-2593-6699

Одеський державний аграрний університет

ДЖАМ М.А. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-8183-5488

Одеський державний аграрний університет

МИХАЙЛЕНКО С.В. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-1746-7419

Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України

БАЛАН Г.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-0485-843X

Одеський державний аграрний університет

Постановка проблеми. В сучасних умовах господарювання в Україні, обсяги вирощування овочевих культур в приватному секторі і фермерських господарствах становлять більше 80%. Капуста білокачанна – домінуюча культура, яка щорічно займає близько 20% від загальної площі, що використовуються під овочеві культури. Вона являється цінним продуктом харчування, що міститься: амінокислоти, ферменти, ліпіди, вітаміни С, Р, В, В₂, РР, В₃, Е, провітаміни А, Д. Річне споживання капусти в розрахунку на одну людину складає майже 30 кг, з них 25,5 кг – капуста білокачанна. Вона займає вагову частину в споживанні овочів, завдяки своїм господарським якостям, таким як висока врожайність, хороша лежкість та гарна транспортабельність [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Капуста (*Brassica oleracea* var. *Sapitata* L.) є одним із найпоширеніших овочів. В Україні білокачанна капуста вирощується на площі близько 68 тис. га, що становить майже 16% посівних площ овочів. Основними виробниками овочів в Україні є домогосподарства (85–91%). Середня врожайність білокачанної капусти коливається від 30 до 40 т/га. Завдяки холодостійкості, врожайності, відмінним смаковим і дієтичним якостям капусту вирощують повсюдно. У споживчому наборі овочів капуста займає 25% [2].

Капуста білокачанна уражається багатьма грибами, бактеріальними та вірусними захворювання на різних стадіях розвитку і розвитку. Серед грибних захворювань плямистість капусти може бути викликана різними альтернативними Види: *Alternaria species* viz. *A. brassicicola* (Schw.) Wiltsh., *A. brassicae* (Berk.) Sacc., *A. alternata* (Fr.) Kreissler and *A. Raphani* [3]. Ці хвороби призводять до значної втрати врожаю [4] шляхом зменшення фотосинтетична активність, прискорення старіння, дефоліація, передчасне осипання стручків і зморщене насіння що призводить до значного зниження якості та урожайності [5, 6].

Втрата врожаю через *Alternaria* становила 5–30% у всіх районах вирощування капусти [7]. Досі на виділено джерела резистентності [8], а також постійною доступністю інокулят з багатьох джерел, таких як насіння, заражене рослинні залишки, побічні господарі тощо, а також широкий спектр розповсюдження спор [9], це захворювання дуже важко керувати.

Щодо захисту капусти від хвороб, ефективними є агротехнічні заходи, що включають профілактичні методи (знищення рослинних залишків, дотримання сівоzmіни), а також важливим є вибір сортів і гібридів з підвищеною стійкістю, посів здорового насіння, знезараження і вапнування ґрунту та підтримування оптимального режиму поливу. Проте, для стримування розвитку основних хвороб капусти білокачанної, а особливо альтернативіозу рекомендується використовувати фунгіциди, які включені до Реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні, з дотриманням усіх рекомендацій щодо їхнього застосування.

Застосування фунгіцидів найбільше популярний метод боротьби з чорною плямистістю листя хвороба капусти. Тому дослідження впливу фунгіцидів на захворювання капусти білокачанної *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc є актуальним та своєчасним.

Мета дослідження – дослідити ефективність дії фунгіцидів проти альтернативіозу (*Alternaria Brassicae* (Berk.) Sacc) на капусті білокачанної в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в Черкаській області ПСП «Русалівка» у вегетаційний період 2020–2021 рр. Розмір ділянок становив 25 м², повторність – чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване, агротехніка вирощування культури загальноприйнята для зони вирощування [10, 11]. Технічну ефективність фунгіцидів досліджували на капусті гібридного сорту Агресор F₁, голландського походження. Сорт відноситься до середньопізніх сортів з періодом вегетації до 120 днів. Форма вилка

округла, колір – темний зелений, внутрішній зріз – білий. Структура листя щільна, смакові властивості високі – можна вживати в свіжому вигляді і для засолювання. Міцна коренева система дозволяє висаджувати цей сорт в будь-яких азотодефіцитних і посушливих кліматичних зонах. Схожість висока – до 100%, не потребує спеціальних заходів для підвищення врожайності. Продукт легко транспортується, не втрачаючи при цьому товарних якостей.

Для захисту капусти білокачанної від альтернаріозу в досліді були використано такі фунгіциди: Міравіс 200 SC, к.с. (д.р. 200 г/л адепідин). Цей препарат рівномірно розподіляється в тканинах листка і пересувається акропетально, більша кількість якого зв'язується з восковим шаром і не змивається опадами. Такий розподіл діючої речовини, зумовлює тривалу фунгіцидну активність і високу ефективність. Тривалість захисного періоду залежить від норми внесення, термінів застосування препарату, ступеня інфікованості рослин на момент обробки і може становити від 10–14 днів.

Препарат Луна Експірієнс (д.р. 200 г/л флуопірам + 200 г/л тебуконазол). Це новітній фунгіцид із комбінованою системною дією, що використовується для захисту овочевих культур від комплексу хвороб. Препарат має лікувальну дію, доцільними також є профілактичні обробки. Фунгіцид безпечний для бджіл, тому може використовуватись під час цвітіння овочевих культур.

Натіво 75 WG, ВГ (д.р. 250 г/кг трифлуксістробін + 500 г/кг тебуконазол). Це препарат, який містить діючу речовину трифлуксістробін та тебуконазол. Препарат, має всі якості притаманні трифлуксістробіну – тривалість захисної дії, винятковий профілактичний ефект, широкий фунгіцидний спектр дії.

Ровраль Аквафло, к.с. (д.р. 500 г/л іпродіон). Це також високоефективний фунгіцид проти збудників хвороб капусти білокачанної. Має високу економічну ефективність. Спектр дії: ризоктоніоз, сіра гниль та альтернаріоз овочевих культур.

Серкадіс Плюс, к.с. (д.р. 50 г/л дифеноконазол + 75 г/л флуксапіроксад). Діюча речовина ксеміум (флуксапіроксад) відноситься до хімічного класу карбоксамідів, є новітньою розробкою в цій групі і має унікальну молекулярну структуру, яка забезпечує високу технічну ефективність.

Дифеноконазол – діюча речовина системної дії групи триазолів. При обприскуванні швидко проникає в листя овочевих культур і активно поширюється по ньому.

Сігнум ВГ (267 г/кг боксалід + 67 г/кг піраклостробін). Це – комбінований фунгіцид для захисту капусти білокачанної від комплексу основних хвороб, а особливо від альтернаріозу. Існуюча система антризистентності завдяки комбінації двох діючих речовин з різним способом дії, забезпечує тривалу захисну та лікувальну дію, а також має позитивний вплив на якість, величину врожаю, лежкість качанів [12].

Для суцільної обробки рослин капусти, нами було застосовано акумуляторний оприскувач Forte SL – 12A, вода з розрахунку 300 л/га.

Схема дослідів

Варіант дослідів	Норма витрати препарату, л/га, кг/га
1. Контроль	–
2. Міравіс 200 SC, КС	0,35
3. Луна Експірієнс 400 SC, КС	0,75
4. Натіво 75 WG, ВГ	0,35
5. Ровраль Аквафло, КС	1,0
6. Серкадіс Плюс, КС	1,0
7. Сігнум ВГ	0,75

Результати досліджень. Погодні умови 2020 року характеризувались нестабільністю та значним відхиленням від норм. Середньодобова температура повітря в першій половині вегетаційного періоду була значно нижчою за багаторічні показники на 3,8%. Сума багаторічних показників опадів, також мала перевагу на 8,4%. В другій половині вегетаційного періоду, середньодобова температура повітря була в середньому на 18,3% вищою, а кількість опадів знижувалась на 3,7% за середньо-багаторічні показники.

Кліматичні умови вегетаційного 2021 року, відзначалися високою середньодобовою температурою повітря та надмірною кількістю опадів у третю декаду травня та першу декаду червня. Температура повітря (середньодобова) в першій половині вегетаційного періоду мала високі показники, і переважала багаторічні на 22,0%. Сума опадів, була також вище багаторічних на 8,5%. Друга половина вегетації, також характеризувалась високими температурними показниками повітря (вище 25°C), а сума опадів на 35,0% переважали середньо-багаторічні показники. Такі погодні умови в роки досліджень, значною мірою вплинули, як на розвиток рослин, так і на ураження капусти білокачанної патогенами альтернаріозу (*Alternaria brassicae*). Обліки та обстеження хвороби проводились за 6-ти-бальною шкалою, згідно «Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві» [11]. В середньому за роки дослідження, перші ознаки альтернаріозу на рослинах капусти сорту Агресор F₁, були відмічені в другій декаді липня. Розвиток хвороби в цей період становив 5% (рис. 1).

Стрімке наростання інфекції відбувалося з третьою декадою вегетаційного періоду. В результаті досліджень нами встановлено, що ефективність дії сучасного фунгіциду Міравіс 200 SC, КС була досить висока і знаходилась на рівні 80,0–84,3% (табл. 1).

Збережений урожай досягав 13,7%. Використання препарату Луна Експірієнс 400 SC, КС досить ефективно впливало на зниження розвитку альтернаріозу, ефективність дії становила в середньому за роки дослідження 77,6%. За рахунок зниження розвитку хвороб, вдалося зберегти врожай капусти на рівні – 11,9%. У варіантах з застосуванням фунгіциду Натіво 75 WG, ВГ спостерігалась ефективність, що в середньому була 75,0%, при цьому збережений урожай становив 9,9%.

Використання препарату Ровраль Аквафло, КС – 1,0 л/га значною мірою сприяло зменшенню ураження



Рис. 1. Зовнішні ознаки прояву хвороби альтернаріоз капусти (*Alternaria brassicae*)

Таблиця 1

Ефективність дії фунгіцидів проти альтернаріозу на капусті (сорт Агресор F1, Черкаська обл., 2020–2021 рр.)

Варіант досліджу	Норма витрати, л/га, кг/га	Технічна ефективність, %			Урожайність, т/га	Урожайність, % до контролю
		2020 р.	2021р.	Середня за роки		
Контроль (без обробки)		-	-		40,2	-
Міравіс 200 SC, КС	0,35	80,0	84,3	82,2	45,7	13,7
Луна Експірієнс 400 SC, КС	0,75	75,2	80,1	77,6	45,0	11,9
Натіво 75 WG, ВГ	0,35	73,1	76,9	75,0	44,2	9,9
Ровраль Аквафло, КС	1,0	67,2	71,7	69,5	43,7	8,7
Серкадіс Плюс, КС	1,0	65,0	68,6	66,8	42,9	6,7
Сігнум ВГ	0,75	50,3	52,5	51,4	42,5	5,7
HIP ₀₅					1,2	-

альтернаріозом, ефективність сягала 67,2–71,7%. Збережений урожай у варіанті складав 8,7%.

Застосування фунгіциду Серкадіс Плюс, КС – 1,0 л/га, також мало вплив на зниження ступеня розвитку хвороби капусти, ефективність дії в середньому становила 66,8%. За рахунок зниження збудника інфекції, збережений був на рівні 6,7%. Обприскування рослин капусти препаратом Сігнум, ВГ – 0,75 кг/га забезпечило ефективність дії на 51,4%. Збережений урожай до контролю становив 5,7%.

Висновки. Встановлено, що найефективнішими сучасними фунгіцидами проти альтернаріозу капусти (*Alternaria brassicae*) в умовах Лісостепу України є: Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га. За двохкратного обприскування препаратами ефективність дії становила в середньому від 75,0 до 82,2%. Застосування препаратів дозволило отримати 4,0–4,5 т/га додатково збереженого урожаю качанів капусти білокачанної.

СПИСОК ВИКОРИСАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Щетина С., Мостов'як І., Федоренко В. Фітосанітарний стан агроценозів овочевих культур родів *Solanum*, *Raphanus* і *Brassica* відкритого ґрунту в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2023. № 4. С. 32–38. DOI: 10.36495/2312-0614. 2023.4.32-38.
2. Halat L.M. Peculiarities of the market of fresh vegetables in Ukraine. *Ahrosvit*. 2019. № 11. P. 35–41.
3. Kumar D., Maurya N., Bharati Y.K., Kumar A., Kumar K., Srivastava K., Chanda G., Kushwaha C., Singh S. K., Mishra R. K. & Kumar A. *Alternaria blight of oilseed brassicas: a comprehensive review. African Journal of Microbiology Research*, 2014. № 8. P. 2816–2829.
4. Verma P. R., Saharan G. S. Monograph on *Alternaria* diseases of crucifers. Ottawa, Canada: Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada. 1994.
5. Shrestha S. K., Mathur S. B., Munk L. *Alternaria brassicae* in seeds of rapeseed and mustard, its location,

- transmission from seed to seedlings and control. *Seed Science and Technology*. 2000. № 28. P. 75–84.
6. Kumar D., Maurya N., Bharati Y.K., Kumar A., Kumar K., Srivastava K., Chanda G., Kushwaha C., Singh S. K., Mishra R. K. & Kumar A. Alternaria blight of oilseed brassicas: a comprehensive review. *African Journal of Microbiology Research*. 2014. № 8. P. 2816–2829.
 7. Pandey K.K., Pandey P.K., Satpathy S. Integrated management of disease and insects of tomato, chilli and cole crops. *Technical bulletin-9*. 2002. P. 7.
 8. Meena S. S., Choudhary S., Yadav P., Godika S., Ghasolia R. P. Management of Alternaria blight disease of mustard through nutrients and fungicides. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 2002. № 9(7). P. 2665–2669.
 9. King S. R. Screening, selection, and genetics of resistance to Alternaria diseases in Brassica oleracea. Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York. 128.
 10. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., & Ivashchenko, O.O. (2001). Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]. Kyiv: Svit, 448 [in Ukrainian].
 11. Retman, S.V., Lisovyy, M.P., & Borzykh, O.I., (2013). Reestratsiyni vyprobuвання funhitysydiv u sil'skomu hospodarstvi (metodychni rekomendatsiyi) [Registration testing of fungicides in agriculture (methodological recommendations)]. Kyiv: Koloobih, 296 [in Ukrainian].
 12. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ dozvolenykh do vykorystannya v Ukrayini [List of pesticides and agrochemicals allowed for use in Ukraine]. (2020). Kyiv: Yunivest Media, 895 [in Ukrainian].
- Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ. : Світ. 2001. 448 с.
- Ретман С.В., Лісовий М.П., Борзих О.І. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві (методичні рекомендації). Київ. : Колообіг, 2013. 296 с.
- Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні : довідкове видання. Київ. : Юнівест Медіа, 2020. 895 с.

REFERENCES:

1. Shchetyna, S., Mostovyak, I., & Fedorenko, V. (2023). Fitosanitarnyy stan ahrotsenoziv ovochevykh kultur rodiv Solanum, Raphanus i Brassica vidkrytoho hruntu v umovakh tseentral'noyi chastyny Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrayiny [Phytosanitary condition of vegetable crop agrocenoses of the genera Solanum, Raphanus, and Brassica in the open field in the conditions of the central part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn – Quarantine and plant protectio*, 4, 32–38. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.32-38> [in Ukrainian].
 2. Halat, L.M. (2019). Peculiarities of the market of fresh vegetables in Ukraine. *Ahrosvit*, 11, 35–41.
 3. Kumar, D., Maurya, N., Bharati, Y.K., Kumar, A., Kumar, K., Srivastava, K., Chanda, G., Kushwaha, C., Singh, S. K., Mishra, R. K., & Kumar, A. (2014). Alternaria blight of oilseed brassicas: a comprehensive review. *African Journal of Microbiology Research*, 8, 2816–2829.
 4. Verma, P. R., & Saharan, G. S. (1994). Monograph on Alternaria diseases of crucifers. Ottawa, Canada: Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada.
 5. Shresta, S. K., Mathur, S. B. & Munk, L. (2000). Alternaria brassicae in seeds of rapeseed and mustard, its location, transmission from seed to seedlings and control. *Seed Science and Technology*, 28, 75–84.
 6. Kumar, D., Maurya, N., Bharati, Y.K., Kumar, A., Kumar, K., Srivastava, K., Chanda, G., Kushwaha, C., Singh, S. K., Mishra, R. K., & Kumar, A. (2014). Alternaria blight of oilseed brassicas: a comprehensive review. *African Journal of Microbiology Research*, 8, 2816–2829.
 7. Pandey, K.K., Pandey, P.K., & Satpathy, S. (2002). Integrated management of disease and insects of tomato, chilli and cole crops. *Technical bulletin-9*, 7.
 8. Meena, S. S., Choudhary, S., Yadav, P., Godika, S., & Ghasolia, R. P. (2020). Management of Alternaria blight disease of mustard through nutrients and fungicides. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 9(7), 2665–2669.
 9. King, S. R. (1994). Screening, selection, and genetics of resistance to Alternaria diseases in Brassica oleracea. Ph.D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York. 128.
 10. Trybel, S.O., Siharova, D.D., Sekun, M.P., & Ivashchenko, O.O. (2001). Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]. Kyiv: Svit, 448 [in Ukrainian].
 11. Retman, S.V., Lisovyy, M.P., & Borzykh, O.I., (2013). Reestratsiyni vyprobuвання funhitysydiv u sil'skomu hospodarstvi (metodychni rekomendatsiyi) [Registration testing of fungicides in agriculture (methodological recommendations)]. Kyiv: Koloobih, 296 [in Ukrainian].
 12. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ dozvolenykh do vykorystannya v Ukrayini [List of pesticides and agrochemicals allowed for use in Ukraine]. (2020). Kyiv: Yunivest Media, 895 [in Ukrainian].
- Кривенко А.І., Бондар Л.П., Джам М.А., Михайленко С.В., Балан Г.О. Фунгіцидний контроль капусти білокачанної проти альтернarioзу (*Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc) в умовах Лісостепу України**
- Мета.** Метою дослідження було дослідити вплив сучасних фунгіцидів на обмеження розвитку найбільш поширених хвороб, а саме альтернarioзу капусти білокачанної в зоні Лісостепу України. **Матеріали та методика досліджень.** Польові (закладка дослідів, обліки ураження, збір урожаю), фітопатологічні (виділення збудників хвороб), інформаційно-аналітичні (збір і аналіз літературних джерел), математико-статистичні (обробка результатів дослідження). Дослідження проводили в Черкаський області ПСП «Русалівка». Досліджували фунгіциди з різними діючими речовинами: *адепідин, флуопірам+тебуконазол, трифлуксистробін+тебуконазол, іпродіон, дифеноконазол+флуксапіроксад, боксалід+піраклостробін*. **Результати досліджень.** Найбільше поширення і розвиток у роки досліджень мав альтернarioз, збудник *Alternaria brassicae*, в зв'язку з сформованими погодними умовами. Для захисту від хвороб застосовували фунгіциди: Міравіс 200 SC, КС; Луна Експірієнс 400 SC, КС; Натіво 75 WG, ВГ; Ровраль Аквафло, КС; Серкадіс Плюс, КС; Сігнум ВГ. В результаті досліджень нами встановлено, що ефективність дії сучасних фунгіцидів була в середньому 51,4–82,2%. Найвищу ефективність проти альтернarioзу капусти відмічено за застосування Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га. Збережений урожай за застосування препаратів становив 5,7–13,7%.
- Висновки.** Встановлено, що найефективнішими сучасними фунгіцидами проти альтернarioзу капусти (*Alternaria brassicae*) в умовах Лісостепу України є: Міравіс 200 SC, к.с. – 0,35 л/га; Луна Експірієнс – 0,75 л/га; Натіво 75 WG – 0,35 л/га. За двохкратного обприскування препаратами ефективність дії становила в середньому від 75,0 до 82,2%. Застосування препаратів дозволило отримати 4,0–4,5 т/га додатково збереженого урожаю качанів капусти білокачанної.
- Ключові слова:** фунгіциди, капуста білокачанна, хвороби, ефективність, урожайність, препарати.

Kryvenko A.I., Bondar L.P., Dzham M.A., Mykhaenko S.V., Balan G.O. Fungicidal control of white cabbage against *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine

Purpose. The aim of the work was to investigate the effect of modern fungicides on limiting the development of the most common diseases, namely *Alternaria* of white cabbage in the forest-steppe zone of Ukraine. **Materials and methods.** Field (setting up experiments, damage records, harvesting), phytopathological (identification of pathogens), information-analytical (collection and analysis of literary sources), mathematical-statistical (processing of research results). The research was conducted in the Cherkasy region at the Rusalivka State Agricultural Production Association. Fungicides with different active ingredients were studied: adepidine, fluopyram+tebuconazole, trifloxystrobin+tebuconazole, iprodione, difenoconazole+fluxapyroxad, boxalid+pyraclostrobin. **Research Results.** *Alternaria*, the causative agent of *Alternaria brassicae*, had the greatest spread and development during the years of

research, in connection with the formed weather conditions. To protect against diseases, fungicides were used: Miravis 200 SC, KS; Luna Experience 400 SC, KC; Nativo 75 WG, VG; Rovral Aquaflo, KS; Serkadis Plus, KS; Signum VG. As a result of research, we established that the effectiveness of modern fungicides was on average 51.4-82.2%. The highest effectiveness against cabbage alternariosis was noted for the use of Miravis 200 SS, k.s. – 0.35 l/ha; Luna Experience – 0.75 l/ha; Nativo 75 WG – 0.35 l/ha. The saved harvest with the use of drugs was 5.7-13.7%. **Conclusions.** It was established that the most effective modern fungicides against cabbage *Alternaria* (*Alternaria brassicae*) in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine are: Miravis 200 SC, hp – 0.35 l/ha; Luna Experience – 0.75 l/ha; Nativo 75 WG – 0.35 l/ha. With double spraying with drugs, the effectiveness of the action was on average from 75.0 to 82.2%. The use of drugs allowed to obtain 4.0-4.5 t/ha of additional stored yield of white cabbage heads.

Key words: fungicides, white cabbage, diseases, efficiency, yield, preparations.

ФІТОФАГИ ГОРОХУ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

КРИВЕНКО А.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-2133-3010

Одеський державний аграрний університет

ТРАНДАФІР І.В. – аспірант

orcid.org/0009-0004-9457-3527

Одеський державний аграрний університет

ШУШКІВСЬКА Н.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-4027-2011

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Горох (*Pisum sativum* L.) вирощують як продовольчу і кормову культуру. Йому належить особлива роль у виробництві високоякісного зерна і кормів багатих на білок. Дуже важливим є агрокультурне значення гороху як поліпшувача ґрунтової родючості та найкращого попередника для зернових і технічних культур. За своїм господарським значенням горох – одна з найважливіших культур, що зумовлює симбіоз з бульбочковими бактеріями, в результаті якого рослина збагачується на азот. Горох, як і інші зернобобові, включає у біологічний кругообіг азот повітря, що недоступний для інших культур. Звідси роль його у сівозмінах як збагачувача ґрунту, азотонагромаджувача, сидерату, кормової і харчової рослини [1].

Сучасні технології вирощування бобових мають базуватися на керуванні процесами забезпечення високої зернової продуктивності та якості зерна й спрямовуватися на максимальне використання біологічного потенціалу продуктивності культури [2].

Для отримання високих врожаїв зерна гороху, поряд з сучасними технологіями вирощування, велике значення має захист рослин від шкідливих організмів. Рівень шкідливості різних видів фітофагів постійно міняється під впливом раптових та частих змін погоди, через нехарактерну відсутність опадів, або надлишок вологи. Збільшення суми ефективних температур, підвищення середньої річної температури та інші абіотичні фактори провокують нашествя шкідників [3, 4].

У загальній системі заходів по підвищенню урожайності гороху особливе значення має захист його від фітофагів. Через недостатню ефективність організаційно-господарських та агротехнічних заходів контролю шкідливих членистоногих може виникнути необхідність застосування нових сучасних інсектицидів. При вирішенні питання про доцільність їх застосування на посівах гороху потрібно враховувати, що економічно відчутні втрати врожаю від рослиноїдних комах спостерігаються за певного рівня чисельності. Необхідно враховувати не тільки чисельність того чи іншого шкідника, а і строки його появи, стан посіву.

Для складання прогнозів розвитку фітофагів та обґрунтування системи захисту рослин гороху необхідно вивчити комплекс шкідливих видів комах, встановити домінуючі види, знати умови, що сприяють їх виживанню та розмноженню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Однорічні бобові культури, у тому числі і горох, пошкоджує великий комплекс шкідників, серед яких є багаті й спеціалізовані види. Істотної шкоди завдають такі багаті й спеціалізовані види, як совка-гамма, капустянка, люцернова совка, лучний метелик, капустянка, личинки коваліків і чорнишів та ін.

Зі спеціалізованих шкідників найнебезпечніші бульбочкові довгоносики (в Україні їх понад 14 видів) жуки яких об'їдають листя, а личинки живляться на коренях. Значної шкоди завдають види, що живляться генеративними органами: це гороховий зерноїд, горохова плодожерка, акацієва вогнівка, гороховий комарик, гороховий трипс та ін. Знижується врожай насіння й при пошкодженні гороху гороховою попелицею [5, 6].

Докладну характеристику головних видів шкідників бобових культур дав О.Й. Петруха у 1949 р. [7]. З того часу відбулася зміна структури посівних площ, технологій вирощування агрокультур, зменшилися оброблювані площі, порушується принцип просторової ізоляції, змінилися й погодно-кліматичні умови [8].

В сучасних літературних джерелах більше уваги приділяється окремо певним видам фітофагів гороху: гороховій попелиці [6, 9], бульбочковим довгоносикам [10, 11], гороховому зерноїду, а також деяким видам, що пошкоджують рослини одночасно з ним [12–14]. Майже усі дослідження здійснювалися в Лісостепу України. Є повідомлення, що відчутної шкоди гороху завдають бульбочкові довгоносики, горохова попелиця та гороховий зерноїд коли разом трапляються в посівах. За збільшення чисельності ці види можуть завдавати великої шкоди, знищуючи врожай гороху більше ніж на 50 % [15]. Отже, назріла нагальна необхідність дослідження повного ентомокомплексу агроценозу горохового поля в сучасних умовах Степу України, зокрема в Одеській області.

Мета. Мета дослідження – встановлення ентомокомплексу агробіоценозу горохового поля в Степу України, уточнення видового складу та таксономічної структури шкідливих комах. Визначення найнебезпечніших видів, отримання інформації щодо їх біологічних особливостей.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження здійснювали впродовж 2023–2024 років в умовах «ВІП-АГРО» Одеської області за загальноприйнятими в ентомології методиками: облікові майданчики,

косіння ентомологічним сачком, ґрунтові розкопки, аналізи підстилки тощо. Спостереження та обліки здійснювали під час маршрутних обстежень полів гороху та прилеглих до них інших стацій за відповідними методиками [16, 17].

Таксономічний аналіз ентомологічного матеріалу здійснювали за допомогою навчального посібника [18].

Результати досліджень. Спостереження і обліки впродовж 2023–2024 років в умовах «ВІП-АГРО» Одеської області, Одеського району, показали, що ентомофауна гороху представлена 37 видами фітофагів, що належать до 6 рядів (рис. 1).

Домінували представники ряду твердокрилі (Coleoptera) – 60,7 % від загальної кількості комах, друге місце посідали – Homoptera, 25,3 %, наступні Hemiptera – 8,2 %. Частка решти становить від 0,7 до 3,9 %.

У результаті досліджень встановлено, що у складі фауни гороху посівного серед представників ряду твердокрилі (Coleoptera) переважали поліфаги, які мають кормові зв'язки з багатьма бобовими та іншими культурами. Лише спеціалізованим шкідником гороху є монофаг – гороховий зерноїд (*Bruchus pisorum* L.).

Серед шкідників гороху олігофагами (обмеженоїдними, які живляться спорідненими видами рослин з однієї або близьких родин) є бульбочкові довгоносики *Sitona* sp. (ряд Coleoptera, родина Curculionidae), горохові плодожерки (*Laspeyresia nigricana* F., *Grapholita dorsana* F., ряд Lepidoptera, родина Tortricidae), гороховий трипс (*Kakothrips robustus* Uzel., ряд Thysanoptera, родина Thripidae), та гороховий комарик (*Contarinia pisi* Kieff., ряд Diptera, родина Cecidomyiidae).

Серед поліфагів, що належать до ряду Coleoptera особливе значення мали представники родини Curculionidae – *Tanymecus palliatus* F., *Tychius quinquepunctatus* L., *Psallidium maxillosum* F. На полях гороху рослинам завдавали шкоди багатоїдні пластинчастовусі (Scarabaeidae), ковалики (Elateridae) та чорниші (Tenebrionidae).

Серед представників ряду Homoptera, частка яких складала 25,3 %, найбільше значення для культури мали попелиці *Acyrtosiphon pisi* Kalt. та *Aphis fabae* Scop. Вони поширені повсюдно, окрім гороху завдають шкоди багатьом бобовим культурам, висмоктуючи сік і вводячи в них токсичні ферменти.

Багатоїдні напівтвердокрилі (Hemiptera) представлені більшою мірою фітофагами з родини Miridae (сліпняки) роду польові клопи *Lygus* s. str. Hahn.

Серед багатоїдних шкідників ряду Lepidoptera зафіксовано види з родин Noctuidae (Совки) – *Autographa gamma* L., *Scotia exalationis* L., *Amathes c-nigrum* L., та Phycitidae (плодові вогнівки) – *Etiella zinckenella* Tr.

В посівах гороху в незначній кількості виявлено шкідливих мух (ряд Diptera): паросткову *Delia platura* Mg. (родина Anthomyiidae), мінера *Phytomyza atricornis* Mg. (родина Agromyzidae) та горохового комарика (галицію) *Contarinia pisi* Kieff. (родина Cecidomyiidae).

Спостереження показали, що у 2023–2024 роках в умовах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеської області, Одеського району рослини гороху значною мірою заселяли бульбочкові довгоносики, п'ятикрапковий довгоносик, горохова попелиця, трипси, акацієва вогнівка, гороховий зерноїд, які склали основне ядро шкідників.

Бульбочкові довгоносики роду *Sitona* (Coleoptera, Curculionidae) першими заселяли поля гороху. На сходах їх щільність становила 6,2 екз./м² (табл. 1). Найвищою щільність бульбочкових довгоносиків була на початку гілкування гороху і становила в середньому 23,2 екз./м², що перевищувало економічний поріг шкідливості (5–10 жуків на 1 м²).

На початку бутонізації горох заселяли трипси (*Kakothrips robustus* Uzel.), горохова попелиця (*Acyrtosiphon pisum* Harr.), п'ятикрапковий довгоносик (*Tychius quinquepunctatus* L.), акацієва вогнівка (*Etiella zinckenella* Tr.) та гороховий зерноїд (*Bruchus pisorum* L.). Найвищою чисельність фітофагів була у фазу формування бобів. В цей період перевищували порогову чисельність горохова попелиця – 68 комах рослину.

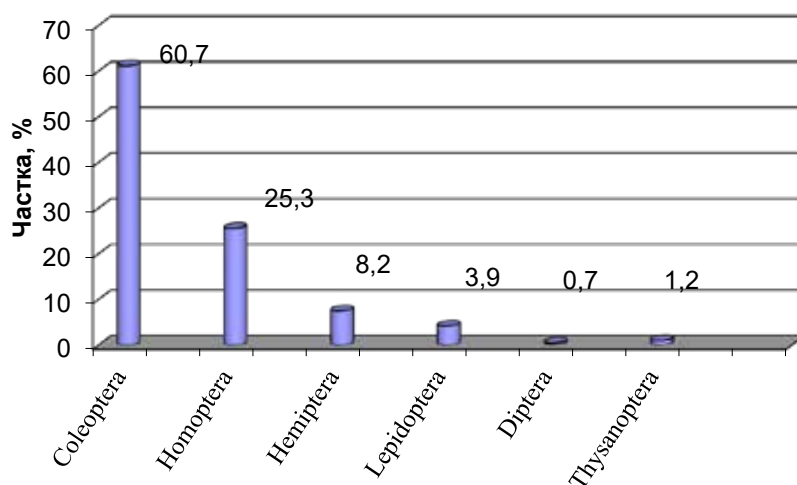


Рис. 1. Таксономічний аналіз комах агробіоценозу горохового поля («ВІП-АГРО», Одеська область, Одеський район, 2023–2024 рр.)

Таблиця 1

Заселення агроценозу горохового поля та щільність основних шкідників
(ТОВ «ВІП-АГРО», Одеська область, Одеський район, 2023–2024 рр.)

Фази розвитку культури	Шкідники, одиниця обліку					
	бульбочкові довгоносики, екз./м ²	п'ятикрапковий довгоносик, екз./м ²	горохова попелиця, екз. на рослину	трипси, екз. на 100 помехів сачком	акацієва вогнівка, екз. на 100 помехів сачком	гороховий зерноїд, екз. на 100 помехів сачком
Сходи	6,2	0	0	0	0	0
2 пари справжніх листків	19,0	0	0	0	0	0
Гілкування стебла	23,2	0	0	0	0	0
Бутонізація	0	4,3	25	5,6	1,6	2,6
Цвітіння	0	8,1	66	66,2	9,2	9,3
Формування бобів	0	9,6	68	84,1	14,7	13,5
Достигання	3,2	6,7	42	95,1	0	0
Повна стиглість	3,1	0	5,8	3,4	0	0

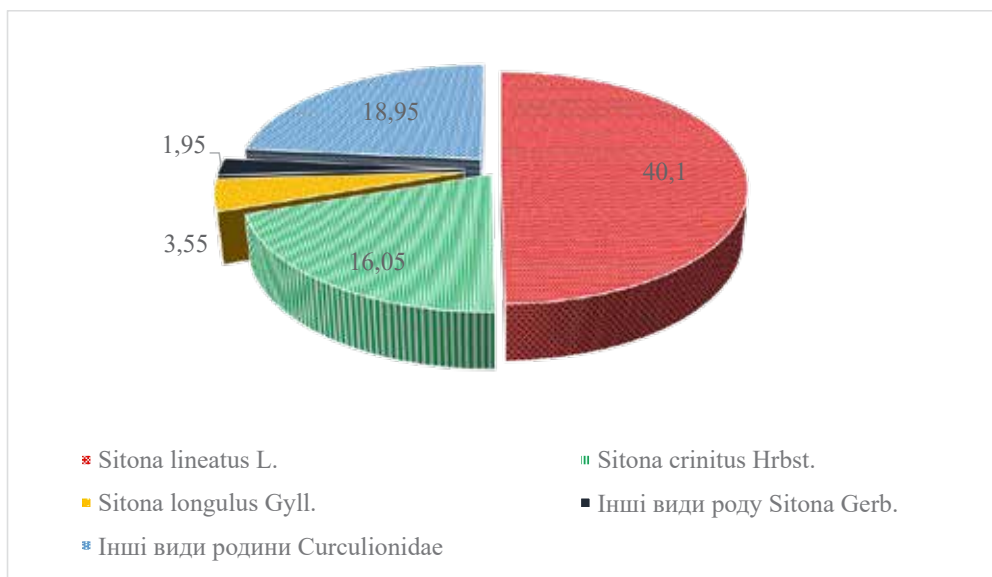


Рис. 2. Співвідношення видів комах родини Curculionidae на посівах гороху, %, ТОВ «ВІП-АГРО», Одеська область, Одеський район, 2023–2024 рр.

Живлення личинок горохового трипса в цей період спричиняло масову появу сріблястих плям на бобах.

Найвищою щільністю акацієвої вогнівки та горохового зерноїда відмічена під час формування бобів гороху і відповідно становила 14,7 та 13,5 екз. на 100 помехів сачком.

Що стосується бульбочкових довгоносиків то особливо небезпечними для рослин зернобобових культур, у тому числі і гороху, є жуки і личинки.

В результаті досліджень встановлено, що в посівах гороху домінували два види довгоносиків: смугастий (*Sitona lineatus* L.) і щетинистий (*Sitona crinitus* Hrbst.), які складали 56,05 % від загального збору комах з цієї родини (рис. 2).

За кількістю зібраних комах ентомологічним сачком переважав вид *S. lineatus* L., на 23,95 % більше ніж *S. crinitus*. Щодо виду *S. longulus*, то його чисельність

становила 3,55 % від усіх виявлених довгоносиків у роки досліджень та була значно меншою від домінуючих видів. Види *S. sulcifrons*, *S. flavescens*, *S. humeralis*, *S. tibialis* траплялися поодинокі і їх частка становила 1,95 %.

Обстеження показали, що *S. lineatus* L. та *S. crinitus* Hrbst. зимували у стадії імаго під рослинними рештками та поверхневому шарі ґрунту на полях багаторічних бобових трав. Після закінчення зимової діпаузи, за температури повітря +7°C, активність жуків фіксували на полях люцерни. У 2024 році 10 березня їх щільність була в межах 16,5 екз. на м². З першої декади квітня відмічена міграція імаго на поля гороху.

Чисельність бульбочкових довгоносиків з першої декади квітня у 2024 році та другої декади у 2023 році стрімко зростала. В цей час жуки активно жилися вигризаючи листкові пластинки з країв. Цьому сприяла

суха і тепла погода квітня місяця в Одеській області. Пізніше відмічений літ імаго і активне розселення на посівах гороху.

Початок відкладання яєць жуками залежав від перебігу погодних умов весною. Вони в Одеській області були сприятливими для відкладання яєць бульбочковими довгоносіками. Встановлено, що протягом 2023–2024 років бульбочкові довгоносіки відкладали яйця на поверхню ґрунту та листки гороху у третій декаді квітня – першій декаді травня, в цей період випадали дощі і температура наближалася до 20°C (табл. 2).

Ембріональний розвиток становив в середньому 7 діб. Появу личинок спостерігали у першу декаду травня.

За нашими спостереженнями протягом 2023–2024 рр., розвиток личинок відбувався від 29 до 33 діб, а фаза лялечки тривала в межах 10–11 діб. Поява імаго нового покоління відмічена у другу-третю декади червня.

За сильного пошкодження листків гороху бульбочковими довгоносіками пригнічується ріст рослин, знижується урожай насіння та соломи.

Визначення впливу пошкоджень рослин жуками бульбочкових довгоносіків на елементи структури урожаю показали, що за пошкодження 75 % листя рослин (IV бал) довжина стебла зменшилася порівняно зі слабо пошкодженими рослинами на 30,0 %, вегетаційна маса – на 50,0 %, кількість бобів – на 65,3 %, озерненість рослин – на 67,2 %, урожай зерна – на 78,3 % (табл. 3).

За пошкодження в IV бали у рослин із знищеною точкою росту основне стебло припиняло ріст, а із точок в півхах першого і другого низових листків почали розвиватися бічні пагони. Таке травмування негативно

вплинуло на елементи структури. За пошкодження в IV бали кількість насінин на одній рослині в середньому становила 6,1 шт., а за пошкодження в I бал, за знищення сітонами 5 % листової поверхні, налічували 21,1 насінину. За пошкодження бульбочковими довгоносіками зменшується висота стебла, зокрема за пошкодження в I бал вона становила 56,6 см, у II бали – 44,2 см, в III бали – 42,1 см, а в IV бали – 40,1 см. За пошкодження рослин в IV бали знижується маса насіння з однієї рослини і становить всього 0,7 г, коли за пошкодження в I бал вона в 5,8 разів більше – 4,1 г.

За пошкодження бульбочковими довгоносіками в I бал, зниження урожаю гороху не відмічалось. Істотні втрати урожаю спостерігаються за пошкодження рослин бульбочковими довгоносіками в II бали та вище, відповідно від 35,4 до 78,3 %.

Висновки. Встановлено, що у 2023–2024 роках в умовах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеської області, Одеського району ентомофауна гороху представлена 37 видами фітофігів, що належать до 6 рядів.

Рослини гороху значною мірою заселяли бульбочкові довгоносіки, п'ятикрапковий довгоносік, горохова попелиця, трипси, акацієва вогнівка, гороховий зерноїд, які склали основне ядро шкідників.

Критичними фазами розвитку рослин гороху по відношенню до фітофагів є сходи та бутонізація, саме в цей період потрібно посилити спостереження, що б не допустити масового заселення полів комахами.

Істотні втрати урожаю спостерігаються за пошкодження рослин бульбочковими довгоносіками в II бали та вище, відповідно від 35,4 до 78,3 %.

Таблиця 2

Особливості етології та фенології *Sitona* sp. на посівах гороху, в умовах ТОВ «ВІП-АГРО», Одеська область, Одеський район, 2023–2024 рр.

Явища фенології та етології	Дати початку та тривалості фаз розвитку	
	2023 р.	2024 р.
1. Початок появи імаго на полях з багаторічними бобовими культурами	17.03	20.03
2. Міграція жуків з багаторічних бобових на горох	24.03-05.04	28.03-6.04
3. Заселення гороху імаго бульбочкових довгоносіків	28.03	08.04
5. Відкладання яєць жуками	27.04-05.05	29.04-09.05
6. Поява личинок	06.05	08.05
7. Тривалість фази личинки	29-32 доби	30-33 доби
8. Поява лялечок	4.06	07.06
9. Поява жуків нового покоління	15.06	17.06
10. Початок міграції жуків на інші стації	18.06	21.06

Таблиця 3

Вплив пошкодження сходів гороху бульбочковими довгоносіками на елементи структури урожаю, (ТОВ «ВІП-АГРО», Одеська область, Одеський район, 2023–2024 рр.)

Основні елементи структури урожаю	Бал пошкодження			
	I	II	III	IV
Висота стебла, см	56,6	44,2	42,1	40,2
Маса одного стебла, г	3,0	2,3	1,9	1,5
Кількість бобів на одній рослині, шт.	4,7	2,9	2,1	1,8
Кількість насінин на одній рослині, шт.	21,1	16,5	8,3	6,1
Маса насіння з однієї рослини, г	4,1	2,9	1,3	0,7
Зниження урожаю зерна в % за рахунок пошкодження	-	35,4	71,2	78,3

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Лихочвор В. В., Проць Р. Р., Долежал Я. Горох. Львів: Українські технології. 2003. 64 с.
2. Іщенко В. Вирощування гороху в зоні степу України. *Агробізнес сьогодні*. 2024. № 21–22. С. 37–39.
3. Федоренко В.П., Чайка В.М., Бакланова О.В. та ін. Потепління і фітосанітарний стан агроценозів України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 5. С. 2–5.
4. Мельничук М.Д., Григорюк І.П., Чайка В.М. Глобальні зміни клімату загроза біоресурсам України. *Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми*. Київ. 2008. С. 42–57.
5. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Ентомологія. Київ: Фенікс, 2013. 344 с.
6. Шушківська Н.І. Шкідливість горохової попелиці. *Агробіологія*. 2011. Вип. 5(84). С. 9–11.
7. Шушківська Н.І. Ентомофауна агроценозу гороху посівного. *Агробіологія*. 2013. № 11(104). С. 142–145.
8. Просунько В. Наслідки глобального потепління клімату в землеробстві. *Агроном*. 2004. № 4. С. 67–69.
9. Федоренко В.П., Цуркан Р.П. Хімічний захист посівів гороху від горохової попелиці в умовах Північного Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 4. С. 5–7.
10. Кривенко А.І. Бульбочкові довгоносики на зернобобових культурах. *Вісник Білоцерківського державного аграрного університету*. 2004. № 30. С. 71–77.
11. Федоренко В.П., Литвин О.П. Довгоносики роду *Sitona* Germ. (особливості сезонної динаміки чисельності в агроценозах бобових культур) *Карантин і захист рослин*. 2006. № 4. С. 20–22.
12. Кривенко А.І. Особливості розвитку горохового зерноїда на посівах гороху в центральному Лісостепу України. *Агробіологія*. 2004. Вип. 5 (84). С. 24–26.
13. Кнечунас С.В. Вплив агротехнічних заходів на шкідливість горохової плодожерки та горохового зерноїда. *Агроном*. 2010. № 2. С. 92–93.
14. Шушківська Н.І. Шкідливість горохового зерноїда та акаціевої вогнівки. *Агробіологія*. 2013. № 10(100). С. 123–125.
15. Мостипан Т., Гайдено О. Як захистити посіви гороху від шкідників. *Агрономія Сьогодні*. 2021. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/20935-yak-zakhystyty-posivy-horokhu-vid-shkidnykiv.html>
16. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. 294 с.
17. Орлов О. Весняна діагностика посівів гороху. *Пропозиція*. 2018. № 4. С. 74–80.
18. Літвінов Б.М., Євтушенко М.Д., Байдик Г.В., Сіроус Я.Л. Практикум із сільськогосподарської ентомології: навчальний посібник. Київ, 2009. 300 с.
19. Україна [Warming and phytosanitary condition of agroecosystems of Ukraine]. *Quarantine and plant protection – Karantyn i zakhyst roslyn*. 5. 2–5. [in Ukrainian].
20. Melnychuk, M.D., Hryhoryuk, I.P., & Chaika, V.M. (2008). Hlobalni zminy klimatu zahroza biorekursam Ukrainy [Global climate change is a threat to the bioresources of Ukraine]. *Bioresursy planety: sotsialni, biolohichni, prodovolchi ta enerhetychni problem – Bioresources of the planet: social, biological, food and energy problems*. 42–57 [in Ukrainian].
21. Fedorenko, V.P., Pokozii, Y.T., & Krut, M.V. (2013). Entomologiya [Entomology]. Kyiv: Fenix, 344 [in Ukrainian].
22. Shushkivska, N.I. (2011). Shkidlyvist horokhovo popelytsi [Harmfulness of pea aphids]. *Ahrobiologiya – Agrobiology*. 5(84). 9–11 [in Ukrainian].
23. Shushkivska, N.I. (2013). Entomofauna ahrotsenozu horokhu posivnoho [Entomofauna of the agroecosystem of field peas]. *Ahrobiologiya – Agrobiology*. 11(104). 142–145 [in Ukrainian].
24. Prosunko, V. (2004). Naslidky hlobalnoho poteplinnia klimatu v zemlerobstvi [Consequences of global warming in agriculture]. *Ahronom – Agronom*. 4. 67–69 [in Ukrainian].
25. Fedorenko, V.P., & Tsurkan, R.P. (2009). Khimichni zakhyst posiviv horokhu vid horokhovo popelytsi v umovakh Pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Chemical protection of pea crops from pea aphids in the conditions of the Northern Forest-Steppe of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst Roslyn – Quarantine and Plant Protection*. 4. 5–7 [in Ukrainian].
26. Kryvenko, A.I. (2004). Bulbochkovi dovhonosyky na zernobobovykh kulturakh. [Bulb weevils on legume crops] *Visnyk Bilotserkivskoho derzhavnoho aharnoho universytetu – Bulletin of the Bila Tserkva State Agrarian University*. 30. 71–77 [in Ukrainian].
27. Fedorenko, V.P., & Lytvyn, O.P. (2006). Dovhonosyky rodu Sitona Germ. (osoblyvosti sezonnoi dynamiky chyselnosti v ahrotsenozakh bobovykh kultur) [Weevils of the genus Sitona Germ. (Features of seasonal dynamics of numbers in agroecosystems of leguminous crops)]. *Karantyn i zakhyst Roslyn – Quarantine and Plant Protection*. 4. 20–22 [in Ukrainian].
28. Kryvenko, A.I. (2004). Osoblyvosti rozvytku horokhovoho zernoida na posivakh horokhu v tsentralnomu Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of the development of the pea grain borer on pea crops in the central forest-steppe of Ukraine]. *Agrobiologia – Ahrobiologiya*. 5(84). 24–26 [in Ukrainian].
29. Knechunas, S.V. (2010). Vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na shkidlyvist horokhovo plodozherky ta horokhovoho zernoida [The influence of agrotechnical measures on the harmfulness of the pea fruit borer and pea grain borer]. *Ahronom – Agronom*. 2. 92–93 [in Ukrainian].
30. Shushkivska, N.I. (2013). Shkidlyvist horokhovoho zernoida ta akatsiievoi vohnivky [Harmfulness of pea grain borer and acacia firefly]. *Ahrobiologiya – Agrobiology*. 10(100). 123–125 [in Ukrainian].
31. Mostypan, T., & Haidenko, O. (2021). Yak zakhystyty posivy horokhu vid shkidnykiv [How to protect pea crops from pests] *Ahronomiia Sohodni – Agronomy Today*. <https://agro-business.com.ua/agro/>

REFERENCES:

1. Lykhochvor, V. V., Prots, R. R., & Dolezhal, Y. (2003). Horokh [Pea]. Lviv: Ukrainian Technologies. 64 [in Ukrainian].
2. Ishchenko, V. (2024). Vyroshchuvannia horokhu v zoni stepu Ukrainy [Pea cultivation in the steppe zone of Ukraine]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness Today*. 21–22. 37–39 [in Ukrainian].
3. Fedorenko, V.P., Chaika, V.M., & Baklanova, O.V. (2008). Poteplinnia i fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv

- ahronomiia-sohodni/item/20935-yak-zakhystyty-posyvy-horokhu-vid-shkidnykiv.html [in Ukrainian].
16. Omeliuta, V.P., Hryhorovych, I.V., & Chaban, V.S. (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur [Accounting for pests and diseases of agricultural crops]. Kyiv: Urozhai, 294 [in Ukrainian].
 17. Orlov, O. (2018). Vesnianna diahnostyka posyv horokhu [Spring diagnostics of pea crops]. *Proposal – Propozytsiia*. 4. 74–80 [in Ukrainian].
 18. Litvinov, B. M., Yevtushenko, M. D., Baidyk, H. V., & Sirous, Ya. L. (2009). *Praktykum iz silskohospodarskoi entomolohii: navchalnyi posibnyk* [Workshop on agricultural entomology: a textbook]. Kyiv, 300 [in Ukrainian].

Кривенко А.І., Трандафір І.В., Шушківська Н.І.
Фітофаги гороху в умовах Одеської області

Мета. Мета дослідження – встановлення ентомо-комплексу агроценозу горохового поля умовах Степу України, уточнення видового складу та таксономічної структури шкідливих комах агробіоценозу горохового поля. Визначення найнебезпечніших видів, отримання інформації щодо їх біологічних особливостей. **Методи.** Методологічною основою даного дослідження є: емпіричні (польові експерименти та спостереження; вимірювання показників об'єкту дослідження; порівняння впливу елементів агротехнологій), теоретичні (висування гіпотези та формування висновків за результатами досліджень; статистичний; математичний). **Результати.** Істотні втрати урожаю спостерігаються за пошкодження рослин бульбючковими довгоносиками в II бали та вище, відповідно від 35,4 до 78,3%. В результаті досліджень встановлено, що в посівах гороху домінували два види бульбючкових довгоносиків: смугастий (*Sitona lineatus* L.) і щетинистий (*Sitona crinitus* Hrbst.), які складали 56,05% від загального збору комах з цієї родини. Визначення впливу пошкодження рослин жуками бульбючкових довгоносиків на елементи структури урожаю показали, що за пошкодження 75% листя рослин (IV бал) довжина стебла зменшилася порівняно зі слабо пошкодженими рослинами на 30%, вага вегетаційної маси на 50%, кількість бобів на 65,3%, озерненість рослин на 67,2%, урожай зерна на 78,3%. За пошкодження в IV бали у рослин із знищеною точкою росту основне стебло припиняло ріст, а із точок в піхвах першого і другого низових листків почали розвиватися бічні пагони. Таке травмування негативно вплинуло на елементи структури. За пошкодження в IV бали кількість насінин на одній рослині в середньому становила 6,1 шт., а за пошкодження в I бал, за знищення сітонами 5% листової поверхні, налічували 21,1 насінину. За пошкодження бульбючковими довгоносиками зменшується висота стебла, зокрема за пошкодження в I бал вона становила 56,6 см, у II бали – 44, 2 см, в III бали – 42,1 см, а в IV бали – 40,1 см. За пошкодження рослин в IV бали знижується маса насіння з однієї рослини і становить всього 0,7 г, коли за пошкодження в I бал вона в 5,8 разів більше – 4,1 г. За пошкодження бульбючковими довгоносиками в I бал зниження урожаю гороху не відмічено. **Висновки.** Встановлено, що у 2023–2024 роках в умовах ТОВ «ВІП-АГРО» Одеської області Одеського району ентомофауна гороху представлена 37 видами фітофітів, що належать до 6 рядів. Рослини гороху значною мірою заселяли бульбючкові довгоносики, п'ятикрапковий довгоносик, горохова попелиця, трипси, акацієва вогнівка, гороховий зерноїд, які склали основне ядро шкідників. Критичними фазами розвитку рослин гороху

по відношенню до фітофагів є сходи та бутонізація, саме в цей період потрібно посилити спостереження, що б не допустити масового заселення полів комахами. Істотні втрати урожаю спостерігаються за пошкодження рослин бульбючковими довгоносиками в II бали та вище, відповідно від 35,4 до 78,3%.

Ключові слова: горох, урожай, фітофаги, бульбючкові довгоносики, п'ятикрапковий довгоносик, горохова попелиця, трипси, акацієва вогнівка, гороховий зерноїд.

Kryvenko A.I., Trandafir I.V., Shushkivska N.I.
Pea phytophages in the conditions of Odessa region

Purpose. The purpose of the study is to establish the entomological complex of the pea field agrocoenosis in the conditions of the Steppe of Ukraine, to clarify the species composition and taxonomic structure of harmful insects of the pea field agrobiocenosis. To identify the most dangerous species, to obtain information about their biological features. **Methods.** The methodological basis of this study is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the object of study; comparison of the impact of elements of agricultural technologies), theoretical (proposing a hypothesis and forming conclusions based on research results; statistical; mathematical). **Results.** Significant crop losses are observed for plant damage by tuber weevils in II points and above, respectively from 35.4 to 78.3%. As a result of the research, it was found that two species of tuber weevils dominated in pea crops: striped (*Sitona lineatus* L.) and bristle (*Sitona crinitus* Hrbst.), which accounted for 56.05% of the total collection of insects from this family. Determination of the impact of plant damage by tuber weevil beetles on the elements of the crop structure showed that for damage to 75% of plant leaves (IV point), the stem length decreased compared to slightly damaged plants by 30%, the weight of the vegetative mass by 50%, the number of beans by 65.3%, the grain content of plants by 67.2%, and the grain yield by 78.3%. For damage in IV points in plants with a destroyed growth point, the main stem stopped growing, and lateral shoots began to develop from the points in the sheaths of the first and second lower leaves. Such injury negatively affected the structural elements. For damage in IV points, the number of seeds per plant was 6.1 on average, and for damage in I point, with the destruction of 5% of the leaf surface by sitons, there were 21.1 seeds. For damage by bulb weevils, the stem height decreases, in particular, for damage in I point it was 56.6 cm, for damage in II points – 44.2 cm, for III points – 42.1 cm, and for IV points – 40.1 cm. For damage to plants in IV points, the mass of seeds from one plant decreases and is only 0.7 g, while for damage in I point it is 5.8 times more – 4.1 g. No reduction in pea yield was observed due to damage by bulb weevils in grade I. **Conclusions.** It was established that in 2023–2024, in the conditions of VIP-AGRO LLC, Odessa region, Odessa district, the entomofauna of peas was represented by 37 species of phytophagous insects belonging to 6 orders. Pea plants were largely inhabited by bulb weevils, five-spotted weevils, pea aphids, thrips, acacia firefly, pea grain borer, which made up the main core of pests. The critical phases of pea plant development in relation to phytophagous insects are emergence and budding, it is during this period that monitoring should be intensified to prevent mass infestation of fields by insects. Significant crop losses are observed for plant damage by bulb weevils in II points and above, respectively from 35.4 to 78.3%.

Key words: peas, crop, phytophagous, bulb weevils, five-spotted weevil, pea aphid, thrips, acacia firefly, pea grain borer.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ У ПОЗАКОРЕНЕВОМУ ПІДЖИВЛЕННІ СОЇ

МОЛДОВАН Ж.А. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1180-5969

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів
та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України

МОЛДОВАН В.Г. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-3145-1686

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів
та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Серед культур, що останнім часом посідають провідне місце у сільськогосподарській галузі України, значна роль належить сої. Широкі можливості використання, стабільно високий попит на ринку, зокрема й експортному, збагачення ґрунту азотом, сприятлива дія на сівозміну робить привабливою цю культуру для вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Найважливішими умовами одержання високих урожаїв сої є наявність у ґрунті доступних елементів живлення, азот фіксуєних бульбочкових бактерій, вологи та температурного режиму. Тому важливо визначити й створити оптимальні умови середовища для реалізації потенційної азот фіксуючої активності сої кожного сортотипу в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Для росту й розвитку сої мікроелементи є надзвичайно важливими, оскільки наявність їх у достатній кількості є обов'язковою умовою інтенсивного засвоєння азоту з повітря. Нестача ж мікроелементів знижує врожайність, викликає ураження хворобами, погіршує якість насіння.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У живленні сої, формуванні врожаю та його якості, поряд з основними елементами – азотом, фосфором, калієм, сіркою, кальцієм і магнієм важлива роль належить мікроелементам: бору, йоду, кобальту, марганцю, міді, молибдену, цинку та ін. Через несприятливі умови навколишнього середовища внесення повного мінерального добрива в ґрунт, обробка насіння бактеріальними препаратами, макро- й мікроелементами не вирішує повністю проблему повного забезпечення потреби рослин у необхідних елементах мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду. Їх нестача, особливо, загострюється в період формування генеративних органів, оскільки саме тоді відбувається інтенсивний ріст рослин і плодоелементів. Тому в цей період зростає роль позакоренових підживлень, як допоміжного способу, який дає змогу оптимізувати умови мінерального живлення рослин, підвищити інтенсивність фотосинтезу та покращити якісні показники насіння [8, 11, 12].

В Україні проведена значна кількість наукових досліджень і встановлено позитивний вплив позакоренових підживлень сої на різних мікростадіях розвитку. Однак, ці дослідження передбачали вивчення як одноразових так двох- і триразових позакоренових підживлень

з використанням, переважно, комплексних мікродобрив, досліджувалися сорти вітчизняної та іноземної селекції. Зокрема, в умовах Правобережного Лісостепу та Північного Степу одноразове позакореневе підживлення комплексними мікродобривами на ранніх стадіях розвитку або у фазу бутонізації позитивно впливало на наростання вегетативної маси та площі листової поверхні, формування симбіотичного апарату, показників індивідуальної продуктивності та урожайності насіння [5, 7, 13].

В умовах Лісостепу Житомирської області застосування мікроелементних добрив для позакоренового підживлення сої у фази 2-го та 6-го трійчастого листків сприяло не тільки покращенню показників структури врожаю та врожайності насіння, але й покращенню його якості – збільшенню вмісту білку та жиру. Встановлено що позакоренева обробка посівів сої мікроелементним добривом Мікрокорм Бор забезпечила зростання урожайності на 4,2 ц/га або 18,6 %, підвищила вміст протеїну в насінні на 3,25 %, жиру – на 2,58 % порівняно з контрольним варіантом [3]. На дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах Західного регіону позакореневе підживлення комплексом мікродобрив у фази 3–5 трійчастих листків і бутонізації підвищило показник виживання рослин і урожайності насіння, забезпечило поліпшення основних структурних показників сої – кількості бобів і насінин на рослині, маси 1000 насінин. Найбільше зростання урожайності (23,7 %) порівняно до контролю отримали за дворазового підживлення посівів у фазах 3–5 трійчастих листків і бутонізації стимулятором росту та мікродобривами [6].

В умовах Правобережного Лісостепу максимальна реалізація генетичного потенціалу, а як наслідок і показників індивідуальної продуктивності рослин сої та врожайності насіння, створюється за умови проведення передпосівної обробки насіння препаратом Біоінокулянт БТУ сумісно із позакореновим підживленням у фази 3-й трійчастий листок і бутонізації органо-мінеральним добривом Хелпрост соя, де зростання урожайності насіння склало 34,0 % [1, 2].

В умовах Лівобережного Лісостепу України позакоренові підживлення комплексними мікродобривами в 15, 61 та 69 мікростадіях розвитку рослин сої за шкалою ВВСН позитивно впливали на формування

індивідуальної продуктивності рослин (кількість та маса насіння з 1 рослини), урожайності насіння. Застосування препаратів для позакореневого підживлення сприяло приросту урожайності насіння у сортів сої в середньому на 0,3–0,5 т/га або 12,5–15,5 % [4].

Аналіз наукових публікацій свідчить про актуальність і доцільність проведення досліджень щодо застосування мікродобрив на хелатній основі для позакореневого підживлення в технологічному процесі вирощування новітніх сортів сої у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Саме тому метою наших досліджень було вивчення ефективності використання у позакореновому підживленні сої висококонцентрованих мікродобрив, їх впливу на формування показників індивідуальної продуктивності рослин та урожайності насіння в умовах західного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2021–2024 рр. на чорноземі опідзоленому, середньо суглинковому, ґрунт достатньо насичений основами – 39,8–42,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 1,8–2,7 мг екв. на 100 г ґрунту. Вміст гумусу (за Тюрнімом) – 3,2 %. Формами поживних речовин середньо забезпечений: вміст азоту, що легко гідролізується, – 14,4–16,6 мг, фосфору рухомого – 11,0–12,0 мг, калію обмінного – 7,8–8,0 мг на 100 г ґрунту.

Закладенням польового досліду передбачалося вивчити дію та взаємодію двох факторів: А – сорт сої: Сіверка (скоростиглий), Паллада (ранньостиглий); Б – позакореневе підживлення висококонцентрованими рідкими добривами у фазі 4–5 трійчастих листків і початку цвітіння: Хімік Бор: В–150 г/л (у формі бор-етаноло-аміну), N–50 г/л (1,5 + 1,5 л/га); Хімік Цинк: Zn–85 г/л, N–45 г/л, карбонові кислоти – 220 г/л (1,5 + 1,5 л/га); Хімік Молібден: Mo–40 г/л (0,7 + 0,7 л/га); Хімік Сірка: SO₃–200 г/л, N–100 г/л (3,0 + 3,0 л/га); Хімік Мідь: Cu–65 г/л (1,0 + 1,0 л/га); Хімік Марганець: Mn–60 г/л (3,0 + 3,0 л/га).

Площа облікової ділянки – 24 м², повторність – триразова. Варіанти в повтореннях закладалися систематичним методом. Агротехніка в досліді – загальноприйнята для Західного Лісостепу України, за винятком факторів, що вивчалися. Планування, проведення польових дослідів, спостереження та обліки здійснювали за загальноприйнятими методиками [9, 10]. Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим із використанням комп'ютерних програм Microsoft Office Excel, Statistica 5.0.

Результати досліджень. Основними елементами продуктивності сої, які визначають рівень її врожаю, є кількість рослин на одиниці площі, кількість продуктивних бобів на рослині, насінин і вага насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин. Формування елементів продуктивності сої являє собою складну біологічну, динамічну, саморегулюючу систему. Кожен елемент структури змінюється в онтогенезі під впливом факторів, сформованих раніше, умов зовнішнього середовища та елементів технології вирощування. Проведеними дослідженнями встановлено позитивний вплив позакоренових підживлень високо концентрованими рідкими добривами у фазі 4–5 трійчастих листків і початку цвітіння на

формування показників індивідуальної продуктивності рослин сої, а саме: кількість бобів і насінин на 1 рослині, вагу насіння з 1 рослини та масу 1000 насінин. Разом з тим відмічена істотна їх залежність від погодних умов вегетаційного періоду, а саме умов зволоження під час цвітіння, утворення бобів і насіння та його наливу.

Так, у середньому за роки досліджень, на 1 рослині у сорту сої Сіверка формувалося від 18,5 до 22,0 продуктивних бобів, у сорту Паллада – від 19,1 до 24,6 бобів залежно від варіанту позакореневого підживлення. Кількість насінин на 1 рослині у сорту Сіверка склала 40,1–48,8 шт, у сорту Паллада – 51,0–65,5 шт. Вага насіння з однієї рослини у сорту Сіверка становила 7,1–9,1 г, у сорту Паллада – 7,0–9,6 г, тоді як маса 1000 насінин – відповідно 173,3–193,6 г та 141,9–160,6 г (табл. 1).

Таким чином, дворазове позакореневе підживлення посівів сої (у фазу 4–5 листків і початку цвітіння) сприяло збільшенню кількості продуктивних бобів на 1 рослині сорту Сіверка на 7,0–18,9 %, кількості насінин з 1 рослини – на 7,7–21,7 %, ваги насіння з 1 рослини – на 11,3–28,2 %, маси 1000 насінин – на 2,8–11,7 % порівняно до контролю. У сорту Паллада кількість бобів і насінин на 1 рослині зростала на 4,7–28,8 % та 3,7–28,4 %, а вага насіння з 1 рослини та маса 1000 насінин збільшувалися на 7,1–37,1 % та 3,1–12,8 % відповідно.

Показник урожайності є найважливішим складником господарської цінності культури. Він інтегрує дію усіх досліджуваних факторів життя на рослину в період її росту та розвитку, а також є результатом взаємодії між продуктивністю та стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища. Варіювання показників індивідуальної продуктивності зумовлювало й коливання урожайності обох сортів сої не тільки за досліджуваними варіантами позакореневого підживлення, а й за роками досліджень (табл. 2).

У середньому за роки досліджень дворазове позакореневе підживлення посівів сої високо концентрованими рідкими добривами у фазі 4–5 листка та початку цвітіння забезпечило зростання урожайності сорту Сіверка з 2,75 т/га на контролі до 2,82–3,01 т/га на досліджуваних варіантах, у сорту Паллада – з 2,67 т/га до 2,73–2,92 т/га відповідно.

За результатами математичної обробки встановлено, що істотний приріст урожайності насіння, порівняно до контролю, забезпечили варіанти позакореневого підживлення, де використовувалися наступні висококонцентровані рідкі добрива: Хімік Бор, Хімік Цинк, Хімік Молібден та Хімік Сірка. У сорту Сіверка урожайність насіння збільшувалася на 0,13–0,26 т/га або 4,7–9,5 %, у сорту Паллада – на 0,13–0,25 т/га або 4,9–9,4 %. У межах статистичної похибки у сорту Сіверка (0,07–0,11 т/га або 2,5–4,0 %) та у сорту Паллада (0,06–0,10 т/га або 2,2–3,7 %) виявилось зростання урожайності насіння сої на варіантах, де для позакореневого підживлення використовувалися висококонцентровані рідкі добрива Хімік Марганець або Хімік Мідь.

Найбільше зростання урожайності насіння у сорту сої Сіверка (0,26 т/га або 9,5 %) та у сорту Паллада (0,25 т/га або 9,4 %) отримали за використання

Таблиця 1

Індивідуальна продуктивність рослин сої залежно від варіантів підживлення мікродобривами у фази 4–5 трійчастих листків і початку цвітіння (середнє за 2021–2024 рр.)

Варіант позакореневого підживлення (В)	Кількість бобів на 1 рослині, шт.	Кількість насінин з 1 рослини, шт.	Вага насіння з 1 рослини, г	Маса 1000 насінин, г
Сіверка (А)				
Без обробки	18,5	40,1	7,1	173,3
Хімік Бор	22,0	48,8	9,1	193,6
Хімік Цинк	20,4	45,1	8,6	186,6
Хімік Молібден	21,2	46,4	8,8	186,9
Хімік Сірка	20,3	44,4	8,3	183,4
Хімік Мідь	19,8	43,2	7,9	178,1
Хімік Марганець	19,8	43,4	8,1	180,9
Паллада				
Без обробки	19,1	51,0	7,0	141,9
Хімік Бор	24,6	65,5	9,6	160,0
Хімік Цинк	22,4	58,8	8,9	153,2
Хімік Молібден	23,1	62,9	9,1	155,9
Хімік Сірка	21,0	56,8	8,6	155,7
Хімік Мідь	20,0	52,9	7,5	146,3
Хімік Марганець	20,9	56,1	8,3	146,9

Таблиця 2

Урожайність насіння сої залежно від варіантів підживлення мікродобривами у фази 4–5 трійчастих листків і початку цвітіння т/га

Варіант позакореневого підживлення (В)	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє	Відхилення, ±	
						т/га	%
Сіверка (А)							
Без обробки	2,97	2,48	2,82	2,73	2,75	-	
Хімік Бор	3,25	2,71	3,11	2,98	3,01	+0,26	9,5
Хімік Цинк	3,20	2,64	3,06	2,90	2,95	+0,20	7,3
Хімік Молибден	3,22	2,67	3,09	2,94	2,98	+0,23	8,4
Хімік Сірка	3,11	2,59	2,97	2,85	2,88	+0,13	4,7
Хімік Мідь	3,03	2,54	2,92	2,79	2,82	+0,07	2,5
Хімік Марганець	3,10	2,57	2,95	2,83	2,86	+0,11	4,0
Середнє по сорту	3,12	2,60	2,99	2,86	2,89		
Паллада							
Без обробки	2,81	2,32	2,64	2,89	2,67	-	
Хімік Бор	3,08	2,54	2,90	3,17	2,92	+0,25	9,4
Хімік Цинк	3,03	2,47	2,86	3,12	2,87	+0,20	7,5
Хімік Молибден	3,05	2,50	2,89	3,14	2,90	+0,23	8,6
Хімік Сірка	2,95	2,43	2,77	3,04	2,80	+0,13	4,9
Хімік Мідь	2,85	2,38	2,73	2,94	2,73	+0,06	2,2
Хімік Марганець	2,91	2,41	2,76	3,00	2,77	+0,10	3,7
Середнє по сорту	2,95	2,44	2,79	3,04	2,81		
НІР ₀₅ , т/га	А – 0,17	А – 0,13	А – 0,15	А – 0,16			
	В – 0,12	В – 0,09	В – 0,11	В – 0,12			
	АВ – 0,23	АВ – 0,19	АВ – 0,21	АВ – 0,22			

у позакореновому підживленні висококонцентрованого рідкого добрива Хімік Бор. Найменш ефективним виявилось використання висококонцентрованого рідкого

добрива Хімік Мідь, де зростання урожайності склало, відповідно, 0,07 т/га або 2,5 % та 0,06 т/га або 2,2 % порівняно до контролю.

Висновки. Узагальнюючи вищевикладене, можна підсумувати що застосування позакоренових підживлень в період вегетації позитивно впливає на формування індивідуальної продуктивності рослин (кількість та вага насіння з 1 рослини) та урожайність сортів сої. Серед досліджуваних сортів (фактор А) більшу кількість насіння на одній рослині (51,0–65,5 шт) формували сорт Паллада, тоді як більша маса 1000 насінин (173,3–193,6 г) та урожайність (2,75–3,01 т/га) відмічені у сорту Сіверка. За фактором В найкращі показники індивідуальної продуктивності та урожайності насіння у обох сортів сої отримали за використання для позакоренового підживлення висококонцентрованого рідкого добрива Хімік Бор. Зокрема, кількість продуктивних бобів на одній рослині збільшувалася у сорту Сіверка на 18,9 %, у сорту Паллада – на 28,8 %, а кількість насінин – відповідно на 21,7 та 28,4 % порівняно до контролю. Вага насіння з однієї рослини збільшувалася у сорту Сіверка на 28,2 %, у сорту Паллада – на 37,1 %, а маса 1000 насінин – відповідно на 11,7 та 12,8 % порівняно до контролю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дідур І. М. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2023. Вип. 1(51). С. 37–43. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.5>
2. Дідур І. М. Вплив інокуляції та позакоренових підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу Правобережного. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 130. С. 50–56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023/130.8>
3. Довбиш Л. Л., Можарівська І. А., Корбут Б. О., Бойко І. Ю. Вплив борвмісних добрив на продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Житомирської області. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2023. № 134. С. 53–58. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023/134.8>
4. Дудка А. А., Мельник А. В. Сортіві особливості формування продуктивності сої залежно від норм добрив та позакоренового підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2023. Випуск 2 (52). С. 28–37. DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.4>
5. Івасик М. В., Бахмат М. І. Підвищення продуктивності зерна сої в умовах Поділля. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2022. Випуск 2(37). С. 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8>
6. Климчук М. Ефективність позакоренового підживлення сої у Західному регіоні України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2020. Вип. 27(41). С. 192–201. DOI: [10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-17](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-17)
7. Міленко О. Г., Сідаш А. А., Верепенко В. С., Безпелий А. М., Гордівський І. В. Ефективність позакоренового підживлення посівів сої. Scientific Progress

- & Innovations. 2024. № 27 (1). С. 53–57. doi: [10.31210/spi2024.27.01.09](https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.09)
8. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В., Корнійчук О. В., Колісник С. І. та ін. Соя: монографія. 2016. Вінниця: «Діло». 400 с.
 9. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. Книга 1 – Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: «Майдан», 2016. 314 с.
 10. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник. Книга 2 – Статистична обробка результатів досліджень. Харків: «Майдан», 2016. 340 с.
 11. Чумак А. Бор у вирощуванні сої. Пропозиція. 2017. № 6. С. 88–89.
 12. Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молибден та соя: можливості й проблеми. Пропозиція. 2017. № 2. С. 98–102.
 13. Шенілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Васильковська К. В., Ковальов М. М. Науково обґрунтована оптимізація агротехніки вирощування сої. Scientific Progress & Innovations. 2023. № 26 (2). С. 56–59. doi: [10.31210/spi2023.26.02.10](https://doi.org/10.31210/spi2023.26.02.10)

REFERENCES:

1. Didur, I. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta pozakorennykh pidzhyvlen na formuvannia produktyvnosti roslin soi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [The influence of seed treatment and extra-root nutrition on the formation of the productivity of soybean plants in the conditions of the Right-Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 51(1), 37–43. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.1.5> [in Ukrainian]
2. Didur, I. (2023). Vplyv inokulatsii ta pozakorennykh pidzhyvlen na trivalist vegetatsii ta dynamiku hustoty roslin soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. [The influence of seed inoculation and extra-root nutrition on the duration of vegetation and the dynamics of soybean plants density in the conditions of right bank Forest Steppe]. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*, 130, 50–56. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023/130.8> [in Ukrainian]
3. Dovbysh L.L., Mozharivska I.A., Korbut B.O., Boiko I.Yu. (2023). Vplyv borvmisnykh dobriv na produktyvnist zerna soi v umovakh Lisostepu Zhytomirskoi oblasti. [The influence of boroncontaining fertilisers on soya grain productivity in the Forest-Steppe of Zhytomyr region]. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences*, 134, 53–58. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023/134.8> [in Ukrainian]
4. Dudka, A. A., & Melnyk A. V. (2023). Sortovi osoblyvosti formuvannia produktyvnosti soi zalezno vid norm dobriv ta pozakorenevoho pidzhyvleniia v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Varietal features of the formation of soybean performance according to the norms of fertilizers and foliar fertilization under the conditions of the Left BankForest-Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 52(2), 28–37. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2023.2.4> [in Ukrainian]
5. Ivasyk, M., Bakhmat, M. (2022) Pidvyshchennia produktyvnosti zerna soi v umovakh Podillia. [Increasing

- the performance of soybean grain in the conditions of Podillia]. *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*. 2022. 2(37). 51–57. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2022-2-8> [in Ukrainian]
6. Klymchuk M. Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia soi u Zakhidnomu rehioni Ukrainy. [Efficiency of top dressing of soyin west region of Ukraine]. *Nechnical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine*. 2020. Вип. 27(41). С. 192–201. DOI: 10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-17. [in Ukrainian]
 7. Milenko, O., Sidash, A., Veherenko, V., Bessalyi, A. & Hordivskyi, I. (2024). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia posiviv soi. [Effectiveness of foliar fertilization of soybean crops]. *Scientific Progress & Innovations*, 27(1), 53–57. doi: 10.31210/spi2024.27.01.09 [in Ukrainian]
 8. Petrychenko, V., Lykhochvor, V., Ivanyuk, S., Korniychuk, O., Kolisnyk, S., etc. Soia: monohrafiia. [Soybean: monograph]. 2016. Vinnytsia: «Dilo». [in Ukrainian]
 9. Rozhkov, A., Puzik, V., Kalenskaya, S. (2016). Doslidna sprava v ahronomii. [Research in agronomy textbook. manual]. – *Book 1. Theoretical aspects of research*. Maidan, Kharkiv, Ukraine. 316 P. [in Ukrainian]
 10. Rozhkov, A., Puzik, V., Kalenskaya, S. (2016). Doslidna sprava v ahronomii. [Research in agronomy textbook. manual]. – *Book 2. Statistical analysis of research results*. Maidan, Kharkiv, Ukraine. 341 P. [in Ukrainian]
 11. Chumak A. (2017). Bor u vyroshchuvanni soi. [Boron in soybean cultivation]. *Propozytsiia – Proposal*, 6, 88–89. [in Ukrainian]
 12. Chumak A., Dovhaiuk-Semeniuk M. (2017). Molibden ta soia: mozhlyvosti y problemy. [Molybdenum and soybeans: opportunities and challenges]. *Propozytsiia – Proposal*, 2, 98–102. [in Ukrainian]
 13. Shepilova, T., Petrenko, D., Leshchenko, S., Vasykovska, K. & Kovalov, M. (2023). Naukovo obgruntovana optymizatsiia ahrotekhniki vyroshchuvannia soi. [Scientifically based optimization of agricultural techniques for growing soy]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(2), 56–59. doi: 10.31210/spi2023.26.02.10 [in Ukrainian]

Молдован Ж.А., Молдован В.Г. Ефективність застосування мікродобрив у позакореновому підживленні сої

Мета. Вивчення ефективності використання у позакореновому підживленні сої висококонцентрованих мікродобрив, їх впливу на формування показників індивідуальної продуктивності рослин та урожайності насіння в умовах Західного Лісостепу. **Методи.** При проведенні досліджень використовувалися наступні методи: польовий, вимірювальний, розрахунково-порівняльний, аналізувальний, статистичний. **Результати.** Проведеними дослідженнями встановлено позитивний вплив позакоренових підживлень високо концентрованими рідкими добривами у фазі 4–5 трійчастих листків і початку цвітіння на формування показників індивідуальної продуктивності рослин сої та урожайності. Встановлено, що дворазове позакоренове підживлення посівів сої (у фазу 4–5 листків і початку цвітіння)

сприяло збільшенню кількості продуктивних бобів на одній рослині сорту Сіверка на 7,0–18,9 %, кількості насінин з однієї рослини – на 7,7–21,7 %, ваги насіння з однієї рослини – на 11,3–28,2 %, маси 1000 насінин – на 2,8–11,7 % порівняно до контролю. У сорту Паллада кількість бобів і насінин на одній рослині зростала на 4,7–28,8 % та 3,7–28,4 %, а вага насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин збільшувалися на 7,1–37,1 % та 3,1–12,8 % відповідно. У середньому за роки досліджень дворазове позакоренове підживлення посівів сої високо концентрованими рідкими добривами у фазі 4–5 листка та початку цвітіння забезпечило зростання урожайності сорту Сіверка з 2,75 т/га на контролі до 2,82–3,01 т/га на досліджуваних варіантах або на 2,5–9,5 %, у сорту Паллада – з 2,67 т/га до 2,73–2,92 т/га або на 2,2–9,4 %. **Висновки.** Найкращі показники індивідуальної продуктивності та урожайності насіння у сортів сої, що досліджувалися, отримали за використання для позакоренового підживлення високо концентрованого рідкого добрива Хімік Бор. Зокрема, кількість продуктивних бобів на одній рослині збільшувалася у сорту Сіверка на 18,9 %, у сорту Паллада – на 28,8 %, а кількість насінин – відповідно на 21,7 та 28,4 % порівняно до контролю. Вага насіння з однієї рослини збільшувалася у сорту Сіверка на 28,2 %, у сорту Паллада – на 37,1 %, а маса 1000 насінин – відповідно на 11,7 та 12,8 % порівняно до контролю. Урожайність насіння зростала на 9,5 та 9,4 % відповідно.

Ключові слова: сорт, концентроване добриво, кількість насінин, вага насіння, маса 1000 насінин, урожайність.

Moldovan Zh.A., Moldovan V.G. The effectiveness of microfertilizer application in foliar feeding of soybeans

Purpose. Study of the effectiveness of using highly concentrated microfertilizers in foliar feeding of soybeans, their impact on the formation of indicators of individual plant productivity and seed yield in the conditions of the Western Forest-Steppe. **Methods.** The following methods were used in conducting the research: field, measurement, calculation and comparison, analysis, and statistical. **Results.** The conducted studies have established the positive effect of foliar top dressing with highly concentrated liquid fertilizers in the phase of 4–5 trifoliate leaves and the beginning of flowering on the formation of indicators of individual productivity of soybean plants and yield. It was found that two-time foliar feeding of soybean crops (in the phase of 4–5 leaves and the beginning of flowering) contributed to an increase in the number of productive beans per plant of the Siverka variety by 7.0–18.9%, the number of seeds per plant by 7.7–21.7%, the weight of seeds per plant by 11.3–28.2%, and the weight of 1000 seeds by 2.8–11.7% compared to the control. In the Pallada variety, the number of beans and seeds per plant increased by 4.7–28.8% and 3.7–28.4%, and the weight of seeds per plant and the weight of 1000 seeds increased by 7.1–37.1% and 3.1–12.8%, respectively. On average, over the years of research, two-time foliar feeding of soybean crops with highly concentrated liquid fertilizers in the 4–5 leaf phase and the beginning of flowering ensured an increase in the productivity of the Siverka variety from 2.75 t/ha in the control to 2.82–3.01 t/ha in the studied variants or by 2.5–9.5%, in the Pallada variety – from 2.67 t/ha to 2.73–2.92 t/ha or by 2.2–9.4%. **Conclusions.** The best

indicators of individual productivity and seed yield of the soybean varieties studied were obtained when using the highly concentrated liquid fertilizer Khimik Bor for foliar feeding. In particular, the number of productive beans per plant increased by 18.9% in the Siverka variety, by 28.8% in the Pallada variety, and the number of seeds by 21.7 and 28.4%, respectively, compared to the control. The weight

of seeds from one plant increased in the Siverka variety by 28.2%, in the Pallada variety by 37.1%, and the weight of 1000 seeds by 11.7 and 12.8%, respectively, compared to the control. The yield of seeds increased by 9.5 and 9.4%, respectively.

Key words: variety, concentrated fertilizer, number of seeds, seed weight, weight of 1000 seeds, yield.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОЧИЩЕННЯ, ФАСУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ**ОЛЬХОВСЬКИЙ А.С.** – директор*orcid.org/0009-0001-1991-6815*

ТОВ «Томі Груп»

Постановка проблеми. Розвиток сільського господарства тісно пов'язаний із впровадженням інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності виробництва, мінімізацію втрат і забезпечення стабільної якості продукції. Автоматизація технологічних процесів очищення, фасування та зберігання зернових охоплює використання роботизованих систем, сенсорних технологій, штучного інтелекту та Інтернету речей (IoT). Завдяки таким підходам агропідприємства можуть не лише підвищити продуктивність, а й забезпечити стабільну якість продукції відповідно до міжнародних стандартів. Крім того, автоматизовані системи сприяють зниженню виробничих витрат і мінімізації впливу людського фактора.

Актуальність дослідження полягає у необхідності розробки та впровадження сучасних технологій, які здатні значно покращити ефективність аграрного сектору. Попри численні наукові дослідження, що розглядають окремі аспекти механізації та автоматизації, залишається відкритим питання комплексної інтеграції новітніх рішень у всі етапи виробництва зернових культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Є багато досліджень сучасних вітчизняних та зарубіжних науковців, що розглядали проблеми автоматизації процесів очищення, фасування та зберігання зернових. Серед зарубіжних дослідників можна виділити Joe J.L. Bovas, T. Tedla, S.J. Pallath, якими було запропоновано автоматизовану систему моніторингу та контролю зерносховищ, яка враховує ключові параметри, такі як вологість, температура та газовий склад повітря в силосах [1]. С. Saores та E. Gomes у своїй статті дослідили застосування технологій Інтернету речей (IoT) для моніторингу умов зберігання зерна в силосах та використання озонного газу для боротьби з грибковими забрудненнями [2].

Значний внесок серед українських науковців внесли С.П. Танчика, Ю.П. Манька та А.І. Бабенка [3], їх дослідження присвячене аналізу сучасних систем землеробства в Україні, а робота Г.І. Подпрятова, В.І. Рожка та Л.Ф. Скалецької охоплює комплекс питань, пов'язаних із післязбиральною обробкою, зберіганням та переробкою продукції рослинництва [4]. У ній детально розглядаються способи післязбиральної обробки, режими і методи зберігання, а також технології переробки зернових культур.

А.В. Просяник дослідив типові організаційні структури управління підприємствами, основні технологічні процеси (зберігання, очищення, сушіння, транспортування, переробка зерна) [5], а також можливість їх автоматизації. Окрему увагу приділено впровадженню сучасних цифрових технологій, таких як SCADA-системи, ERP-системи та інші програмно-апаратні рішення, що

дозволяють контролювати всі етапи виробництва, зменшувати витрати, підвищувати якість продукції та забезпечувати стабільну роботу підприємства.

Метою даної статті є аналіз існуючих технологій автоматизації процесів очищення, фасування та зберігання зернових, визначення їхніх переваг та недоліків, а також окреслення перспективних напрямів розвитку у цій сфері. Дослідження базується на огляді сучасних наукових публікацій та аналізі технологічних рішень, що впроваджуються у провідних аграрних компаніях світу. Завдання дослідження:

- Аналіз сучасних технологій автоматизації зерносховищ у світовій практиці.
- Огляд наукових публікацій, присвячених впровадженню IoT у контроль та моніторинг зерна.
- Визначення основних економічних та екологічних переваг автоматизованих систем зберігання.

Наукова новизна роботи полягає у комплексному підході до аналізу автоматизації процесів очищення, фасування та зберігання зерна, що дозволяє визначити оптимальні рішення для їхнього впровадження в умовах сучасного аграрного виробництва.

Результати досліджень. Зерносховища мають забезпечувати ефективні умови зберігання, зокрема відсутність надмірної вологості та належну вентиляцію. Висота приміщень повинна відповідати вимогам щодо розміщення обладнання для очищення зерна, а також можливості багаторусного зберігання фасованої продукції. Сучасні технології будівництва зерносховищ активно впроваджують концепцію безкаркасних ангарів, які є економічно вигідним рішенням для підприємств агропромислового комплексу. Їхня конструкція передбачає використання легкого фундаменту та арокних перекриттів з оцинкованої сталі, що забезпечує міцність, довговічність та ефективний захист від зовнішніх впливів. Такі сховища відзначаються високою енергоефективністю та мінімізують витрати на утримання, що особливо важливо для підприємств на початковому етапі розвитку.

Додатковою перевагою є можливість масштабування складських площ для зберігання різних видів сільськогосподарської продукції. Автоматизація процесів у таких зерносховищах дозволяє контролювати температурно-вологісний режим, покращуючи якість збереженого зерна та запобігаючи його псуванню. Широке впровадження інтелектуальних технологій, сенсорних систем і роботизованих рішень сприяє підвищенню ефективності всіх етапів обробки зернових – від очищення до зберігання. Завдяки цьому мінімізуються втрати продукції, а виробничі процеси стають більш керованими та прогнозованими [6].

Очищення зерна, яке традиційно здійснюється через механічні сепаратори, віялки та решітні механізми, значно вдосконалюється завдяки автоматизованим системам з візійними сенсорами та адаптивним управлінням [7]. Дослідження показують, що застосування сенсорних систем у сучасних комбайнах дозволяє автоматично регулювати подачу повітря та швидкість сепарації, що зменшує втрати зерна [8]. Крім того, системи з оптичним розпізнаванням забезпечують ефективне відокремлення домішок і сторонніх часток, що покращує якість зерна та підвищує ефективність процесу [9]. Впровадження автоматизованих класифікаційних систем дозволяє значно зменшити кількість пошкодженого зерна та підвищити його ринкову вартість.

Наприклад, автоматизовані зерноочисні машини BCX-300 та BCX-500 забезпечують ефективне первинне та остаточне очищення зерна, що підвищує його якість і зменшує втрати. У сфері фасування та пакування активно використовуються зернопакувальні машини ЗПМ-180 та ЗПМА-180, які дозволяють швидко й надійно запаковувати продукцію у полімерні рукави для тривалого зберігання [10].

Фасування та пакування значно виграють від інновацій завдяки використанню роботизованих маніпуляторів, що можуть швидко та точно формувати партії продукції. Герметичні пакувальні системи з контрольованою атмосферою допомагають зменшити ризик псування зерна, оскільки вони запобігають розвитку плісняви та ураженню комахами [11]. Результати досліджень підтверджують, що використання вакуумного пакування та модифікованих газових середовищ сприяє збільшенню терміну зберігання продукції без застосування хімічних консервантів [12]. Крім того, автоматизовані лінії пакування інтегруються з системами моніторингу якості, що дозволяє виявляти будь-які відхилення у фізичних характеристиках продукції ще до її відвантаження.

Використання цифрових платформ управління запасами дозволяє оптимізувати логістику та контролювати якість зерна. Бібліометричний аналіз публікацій у сфері зберігання зерна показує, що після 2015 року значно зросла кількість досліджень, пов'язаних із автоматизованими системами моніторингу та управління [13], це свідчить про актуальність проблеми та перспективність впровадження технологій автоматизації. Зокрема, деякі сучасні рішення пропонують комплексний підхід, поєднуючи сенсорні системи з прогностичними моделями на основі великих даних, що дозволяє ефективніше розподіляти ресурси та мінімізувати витрати на зберігання.

Автоматизація зерносховищ є одним із пріоритетних напрямів розвитку агропромислового комплексу, оскільки вона сприяє підвищенню ефективності зберігання зернових, зниженню втрат та збереженню якості продукції. У світовій практиці активно впроваджуються інноваційні технології, що дозволяють оптимізувати всі етапи зберігання, контролю та обробки зерна, забезпечуючи стаке функціонування елеваторних комплексів. Однією з таких технологій є використання баштових сховищ, обладнаних активною вентиляцією, що широко застосовуються у США, Канаді та Європі. Активна вентиляція в таких сховищах здійснюється за допомогою

вентиляторів, які подають повітря через перфоровану підлогу або спеціальні повітропроводи, що забезпечує рівномірне охолодження або підсушування зернової маси, а також є критично важливим для збереження її якості. Крім того, сучасні баштові зерносховища оснащуються системами моніторингу температури та вологості, що дозволяє оперативно реагувати на зміни умов зберігання та запобігати можливим втратам.

У контексті автоматизації процесів зберігання зерна, оптимізація конструктивних елементів обладнання сприяє підвищенню ефективності роботи систем автоматизації. Наприклад, правильно спроектовані системи вентиляції та теплоізоляції забезпечують точніші показники датчиків температури та вологості, що дозволяє системам автоматизації своєчасно реагувати на зміни умов зберігання та вживати необхідних заходів для їх корекції [14]. Застосування ефективних систем охолодження дозволяє знизити температуру зерна, уповільнюючи біохімічні процеси та розвиток мікроорганізмів, що сприяє тривалому збереженню якості продукції. Інтеграція таких систем охолодження в автоматизовані комплекси зберігання зерна дозволяє забезпечити точний контроль температурних параметрів, що є критично важливим для дрібнонасінневих культур [15].

Інноваційним підходом до зберігання зернових культур в умовах, коли традиційні методи можуть бути неефективними, є використання мобільних зерносховищ, які можна швидко розгорнути в будь-якому місці, та застосування герметичних контейнерів з модифікованим газовим середовищем, що запобігає розвитку шкідників та мікроорганізмів. Такі технології дозволяють зберігати зерно протягом тривалого часу без втрати якості, що є особливо важливим під час надзвичайних ситуацій, коли доступ до традиційних зерносховищ може бути обмеженим [16].

Попри активне впровадження металевих зерносховищ, залишається низка питань щодо їх ефективності та техніко-технологічних особливостей зберігання різних зернових культур. Досвід експлуатації таких сховищ у зарубіжній практиці не завжди повністю відповідає вітчизняним умовам, що ускладнює їх адаптацію та використання на локальному рівні. На практиці виникають проблеми, пов'язані з вибором культур для зберігання, оптимальними параметрами їх збереження, допустимими термінами та забезпеченням належної якості продукції [17].

Одним із ключових питань є контроль мікроклімату всередині сховищ. Недостатньо вивченими залишаються показники температурної та вологої динаміки зерна відносно змін зовнішніх метеорологічних умов, газового складу зернової маси та впливу цих факторів на якість продукції під час тривалого зберігання. Оскільки металеві сховища, як правило, розміщують на відкритих майданчиках, вони зазнають значного впливу навколишнього середовища, що може викликати температурні коливання та утворення конденсату, який негативно впливає на збереження зерна.

Зберігання зерна в умовах контрольованого середовища також значно покращується завдяки технологіям Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту.

Встановлення сенсорних систем у зерносховищах дозволяє у режимі реального часу контролювати параметри зберігання, включаючи температуру, вологість та рівень вуглекислого газу [18], що допомагає прогнозувати можливі ризики псування зерна та вчасно вживати заходи для їх усунення [19]. Наприклад, сучасні силосні комплекси обладнані автоматичними системами вентиляції, що коригують умови зберігання відповідно до змін мікроклімату [21], а розвиток технологій дистанційного управління дозволяє операторам керувати умовами зберігання з будь-якої точки світу, що мінімізує людський фактор та знижує ризик помилок.

Завдяки IoT, аграрії отримують можливість здійснювати постійний моніторинг та контроль ключових параметрів, що впливають на збереження та обробку зерна. Інтеграція IoT-рішень у технологічні лінії очищення дозволяє автоматизувати контроль за роботою обладнання, виявляти та усувати несправності, а також забезпечувати стабільну якість очищення. Наприклад, встановлення датчиків на сепараторах та інших машинах для очищення зерна дає змогу вчасно виявляти відхилення в роботі та мінімізувати ризики псування продукції. Основні економічні переваги таких систем полягають у зниженні експлуатаційних витрат, мінімізації впливу людського фактора та підвищенні продуктивності. Згідно з проведеними дослідженнями використання автоматизованих систем на елеваторних комплексах дозволяє знизити втрати зерна на 15–20% та сприяє зменшенню енергоспоживання на 10–12% [22]. Завдяки впровадженню сенсорного моніторингу та автоматизованого контролю параметрів зберігання, підприємства можуть скоротити витрати на енергоресурси та оптимізувати логістичні процеси. З точки зору економічної ефективності, автоматизація дозволяє зменшити витрати на ручну працю, оскільки більшість операцій, пов'язаних із транспортуванням, сортуванням та контролем за збереженням зерна, виконується автоматично [23], що значно скорочує час на обробку продукції та дозволяє більш точно планувати постачання. Крім того, зниження втрат продукції завдяки точному контролю умов зберігання дозволяє збільшити прибутковість

підприємств, що є важливим фактором для конкурентоспроможності на ринку [24].

Екологічні переваги автоматизованих систем зберігання полягають у скороченні використання хімічних консервантів та зменшенні викидів у довкілля. Завдяки постійному моніторингу температури та вологості зерна зменшується потреба в застосуванні фумігантів для боротьби зі шкідниками, що позитивно впливає на екологію. Оптимізація систем вентиляції та контролю клімату у зерносховищах сприяє зниженню енергоспоживання, що допомагає зменшити викиди парникових газів та негативний вплив на довкілля [25]. Основні переваги застосування системи IoT надані в Таблиці 1.

Іншим екологічним аспектом є мінімізація харчових відходів завдяки точному контролю умов зберігання – автоматизовані системи дозволяють запобігати псуванню зерна через перезволоження, перегрів або розвиток мікроорганізмів, а це, в свою чергу, сприяє більш раціональному використанню природних ресурсів, оскільки зменшується кількість продукції, що втрачається через неякісне зберігання.

Висновки. Автоматизація процесів очищення, фасування та зберігання зернових є ключовим напрямом розвитку агропромислового комплексу, що забезпечує оптимізацію виробничих процесів, зниження втрат продукції та покращення її якості. Інноваційні технології, такі як системи Інтернету речей, штучний інтелект, сенсорний моніторинг та автоматизовані системи контролю, дозволяють ефективно керувати зерносховищами та підвищувати їхню продуктивність.

Автоматизація сприяє скороченню експлуатаційних витрат, мінімізації впливу людського фактора та оптимізації використання енергоресурсів. Доведено, що її впровадження знижує втрати зерна на 15–20% та скорочує енергоспоживання на 10–12%. Також автоматизовані системи сприяють екологічній безпеці, зменшуючи потребу в хімічних консервантах та скорочуючи викиди парникових газів. Попри значний прогрес, подальші дослідження у сфері автоматизації мають бути спрямовані на підвищення ефективності аграрного виробництва, зменшення витрат, екологічну безпеку та впровадження передових цифрових технологій у зерносховищах.

Таблиця 1

Переваги впровадження IoT у процеси зберігання та очищення зернових

№	Перевага	Опис	Приклад застосування
1	Підвищення ефективності	Автоматизація процесів зменшує потребу в ручній праці та мінімізує людський фактор, що призводить до підвищення продуктивності.	Використання автоматичних систем контролю температури та вологості в зерносховищах.
2	Зменшення втрат	Постійний моніторинг умов зберігання дозволяє вчасно виявляти та усувати несприятливі фактори, що можуть призвести до псування зерна.	Моніторинг рівня вологості та температури в реальному часі для запобігання розвитку плісняви.
3	Оптимізація ресурсів	Контроль за роботою обладнання та умовами зберігання сприяє раціональному використанню енергоресурсів та матеріалів.	Автоматичне регулювання вентиляційних систем для зниження енергоспоживання.
4	Покращення якості продукції	Забезпечення стабільних умов зберігання та ефективного очищення гарантує високу якість зерна, що підвищує його конкурентоспроможність на ринку.	Впровадження датчиків контролю якості зерна перед його фасуванням або транспортуванням.

Узагальнено автором на основі [18, 22]

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Pallath S., Tedla T., Bovas J. J. Automated granary monitoring and controlling system suitable for the sub-saharan region. *International journal of scientific & technology research*. 2019. Vol. 8. P. 1943–1951. URL: https://www.researchgate.net/publication/338104145_Automated_Granary_Monitoring_And_Controling_System_Suitable_For_The_Sub-Saharan_Region.
- Use of iot to real-time monitoring of storage silo and ozone gas fungal decontamination strategy / C. Soares et al. *International journal of computer applications*. 2020. Vol. 175. P. 1–7. URL: <https://doi.org/10.5120/ijca2020920663>.
- Подпратов Г., Рожко В., Скалецька Л. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Аграрна освіта, 2014. URL: <http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/НП-Технология-зберігання-та-перероб.-продукц.-рослинництва.pdf>.
- Танчик С., Манько Ю., Бабенко А. Зміст сучасних систем землеробства та їх класифікація. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України серія: агрономія*. 2012. Т. 176. С. 137–146. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&am p;I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&image_file_name=PDF/nvnuagr_2012_176_24.pdf.
- Просяник А., Просяник М., Ткаченко С. Актуальні задачі автоматизації підприємств зберігання і переробки зерна. *Зберігання та переробка зерна*. 2012. Т. 8, № 158. С. 1–15. URL: <http://dnvpeldorado.com/articles/АКТУАЛЬНІ-ЗАДАЧІ-АВТОМАТИЗАЦІЇ-ПІДПРИЄМСТВ-ЗБЕРІГАННЯ-І-ПЕРЕРОБКИ-ЗЕРНА.pdf>.
- Manandhar A., Milindi P., Shah A. An overview of the post-harvest grain storage practices of smallholder farmers in developing countries. *Agriculture*. 2018. Vol. 8, no. 4. P. 57. URL: <https://doi.org/10.3390/agriculture8040057>.
- Liang Z., Wada M. E. Development of cleaning systems for combine harvesters: a review. *Biosystems engineering*. 2023. Vol. 236. P. 79–102. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.10.018>.
- Campo E., Labrot-Rhodes L., Poujaud P. Review of monitoring systems for stored grains in modified atmosphere. *Heliyon*. 2023. P. 1–33. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4658498>.
- Automation system for the cleaning of yellow corn in the company “Inversiones Santana” / H. H. Mallco-Segura et al. *2022 international conference on mechanical, automation and electrical engineering (CMAEE)*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/cmaee58250.2022.00017>.
- ШоТам. Завод Кобзаренка розробив три моделі техніки для пакування зерна. URL: <https://shotam.info/zavod-kobzarenka-rozrobyv-try-modeli-tehniky-dlia-pakuvannia-zerna/>.
- Wakchaure Y. B., Patle B. K., Pawar S. Prospects of robotics in food processing: an overview. *Journal of mechanical engineering, automation and control systems*. 2023. URL: <https://doi.org/10.21595/jmeacs.2023.23209>.
- Automated food grain monitoring system for warehouse using IOT / J. Lydia et al. *Measurement: sensors*. 2022. Vol. 100472. URL: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100472>.
- Research and technologies to reduce grain postharvest losses: a review / B. Nath et al. *Foods*. 2024. Vol. 13, no. 12. P. 1875. URL: <https://doi.org/10.3390/foods13121875>.
- Дослідження конструктивних елементів обладнання для зберігання зерна / Ю. В. Левченко та ін. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 39. С. 70–75. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.10>.
- Петушенко С. М., Тітлов О. С. Розробка систем охолодження для первинної низькотемпературної обробки та зберігання зерна дрібнонасінневих культур. *Refrigeration Engineering and Technology*. 2023. Т. 59, № 3. С. 167–181. URL: <https://doi.org/10.15673/ret.v59i3.2661>.
- Бараболя О. В., Кириченко Д. В. Перспективні технології зберігання зерна під час надзвичайних ситуацій. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. № 4. С. 25–31. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.03>.
- Кирпа М. Особливості зберігання зерна у сховищах металевих типу. *Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу*. 2025. URL: <https://propozitsiya.com/ua/osoblyvosti-zberigannya-zerna-u-shovyshchah-metalevogo-typu>.
- Кравець І. Як оцифрувати фермерське господарство. *Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу*. 2019. № 11. URL: <https://propozitsiya.com/ua/kak-ocifrovat-fermerskoe-hozyaystvo>.
- Ziegler V., Paraginski R. T., Ferreira C. D. Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality – A review. *Journal of stored products research*. 2021. Vol. 91. P. 101770. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101770>.
- Quality classification of stored wheat based on evidence reasoning rule and stacking ensemble learning / H. Jiang et al. *Computers and electronics in agriculture*. 2023. Vol. 214. P. 108339. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108339>.
- Kodali R. K., John J., Boppana L. IoT monitoring system for grain storage. *2020 IEEE international conference on electronics, computing and communication technologies (CONECCT)*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1109/conecct50063.2020.9198549>.
- Піскарьов О., Тимко В. Розробка та дослідження автоматизованої системи керування елеваторним комплексом. *Матеріали конференції KIT-2024*. 2024. С. 220–222. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/e9cf722a-f7e2-4c2e-a239-c0f85c1d0f65/content>.
- Коваленко М. Економічне обґрунтування інноваційних технологій зберігання зерна. *Економіка і суспільство*. 2018. № 16. С. 348–356. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/16_ukr/53.pdf.
- Агробізнес сьогодні. Автоматизація елеваторів та обліку зерна. Сучасні підходи та програмне забезпечення. URL: <https://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/29385-avtomatyzatsiia-elevatoriv-ta-obliku-zerna-suchasni-pidkhody-ta-prohramnezabezpechennia.html>.
- Шмандій В. М., Климец В. В., Бахарев В. С. Зменшення рівня екологічної небезпеки від пилових викидів зернових елеваторів. *Екологічна безпека*. 2014. № 1. С. 103–109. URL: [https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1\(17\)/Pdf/103.pdf](https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1(17)/Pdf/103.pdf).

REFERENCES:

1. Pallath, S., Tedla, T., & Bovas, J. J. (2019). Automated granary monitoring and controlling system suitable for the sub-saharan region. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8, 1943–1951. https://www.researchgate.net/publication/338104145_Automated_Granary_Monitoring_And_Controlling_System_Suitable_For_The_Sub-Saharan_Region
2. Soares, C., Gomes, E., Dahlke, F., Rolt, C., Plentz, P., Dantas, M., & Scussel, V. (2020). Use of IoT to Real-time Monitoring of Storage Silo and Ozone Gas Fungal Decontamination Strategy. *International Journal of Computer Applications*, 175, 1–7. <https://doi.org/10.5120/ijca2020920663>
3. Podpriatov, H., Rozhko, V., & Skaletska, L. (2014). *Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produktii roslinnystva* [Technology of storage and processing of crop production]. Ahrarna osvita. <http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/НП-Технологія-зберігання-та-перероб.-продукц.-рослинництва.pdf> [in Ukrainian]
4. Tanchyk, S., Manko, Yu., & Babenko, A. (2012). Zmist suchasnykh system zemlerobstva ta yikh klasyfikatsiia [The content of modern farming systems and their classification]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy. Serii: Ahronomiia*, 176, 137–146. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C=21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/nvnau_agr_2012_176_24.pdf [in Ukrainian]
5. Prosiannyk, A., Prosiannyk, M., & Tkachenko, S. (2012). Aktualni zadachi avtomatyzatsii pidpriemstv zberihannia i pererobky zerna [Current tasks of automation of grain storage and processing enterprises]. *Zberihannia ta pererobka zerna*, 8(158), 1–15. <http://dnvpeldorado.com/articles/АКТУАЛЬНІ-ЗАДАЧІ-АВТОМАТИЗАЦІЇ-ПІДПРИЄМСТВ-ЗБЕРІГАННЯ-І-ПЕРЕРОБКИ-ЗЕРНА.pdf> [in Ukrainian]
6. Manandhar, A., Milindi, P., & Shah, A. (2018). An overview of the post-harvest grain storage practices of small-holder farmers in developing countries. *Agriculture*, 8(4), 57. <https://doi.org/10.3390/agriculture8040057>
7. Liang, Z., & Wada, M. E. (2023). Development of cleaning systems for combine harvesters: A review. *Biosystems Engineering*, 236, 79–102. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2023.10.018>
8. Campo, E., Labrot-Rhodes, L., & Poujaud, P. (2023). Review of monitoring systems for stored grains in modified atmosphere. *Heliyon*, 1–33. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4658498>
9. Mallco-Segura, H. H., Chavez-Esteban, Y. M., Rojas-Santana, S. G., Llactahuaman-Rodriguez, I., Ortiz-Zacarias, J. R., & Vilchez-Baca, H. A. (2022). Automation system for the cleaning of yellow corn in the company “Inversiones Santana”. In *2022 International Conference on Mechanical, Automation and Electrical Engineering (CMAEE)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/cmaee58250.2022.00017>
10. ShoTam. (n.d.). *Zavod Kobzarenka rozrobyv try modeli tekhniki dlia pakuvannia zerna* [Kobzarenko plant developed three models of equipment for grain packaging]. <https://shotam.info/zavod-kobzarenka-rozrobyv-try-modeli-tekhniki-dlia-pakuvannia-zerna/> [in Ukrainian]
11. Wakchaure, Y. B., Patle, B. K., & Pawar, S. (2023). Prospects of robotics in food processing: An overview. *Journal of Mechanical Engineering, Automation and Control Systems*. <https://doi.org/10.21595/jmeacs.2023.23209>
12. Lydia, J., Leones Sherwin Vimalraj, S., Monisha, R., & Murugan, R. (2022). Automated food grain monitoring system for warehouse using IOT. *Measurement: Sensors*, 100472. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2022.100472>
13. Nath, B., Chen, G., O'Sullivan, C. M., & Zare, D. (2024). Research and technologies to reduce grain postharvest losses: A review. *Foods*, 13(12), 1875. <https://doi.org/10.3390/foods13121875>
14. Levchenko, Yu. V., Basova, Yu. O., Molchanova, N. Yu., & Sytnyk, D. R. (2023). Doslidzhennia konstruktyvnykh elementiv obladnannia dlia zberihannia zerna [Study of structural elements of grain storage equipment]. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*, (39), 70–75. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-2.10> [in Ukrainian]
15. Petushenko, S. M., & Titlov, O. S. (2023). Rozrobka system okholodzhennia dlia pervynnoi nyzkotemperaturnoi obrobky ta zberihannia zerna dribnonasinnievnykh kultur [Development of cooling systems for primary low-temperature treatment and storage of small-seeded grain]. *Refrigeration Engineering and Technology*, 59(3), 167–181. <https://doi.org/10.15673/ret.v59i3.2661> [in Ukrainian]
16. Barabolia, O. V., & Kyrychenko, D. V. (2022). Perspektyvni tekhnolohii zberihannia zerna pid chas nadzvychainykh sytuatsii [Promising grain storage technologies during emergencies]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (4), 25–31. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.04.03> [in Ukrainian]
17. Kyrpa, M. (2025). Osoblyvosti zberihannia zerna u skhovyshchakh metalevoho typu. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu*. <https://propozitsiya.com/ua/osoblyvosti-zberigannya-zerna-u-shovyshchah-metalevogo-typu> [in Ukrainian]
18. Kravets, I. (2019). Yak otsyfruvaty fermerske hospodarstvo. *Propozytsiia – Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu*, (11). <https://propozitsiya.com/ua/kak-ocifrovat-fermerskoe-hozyaystvo> [in Ukrainian]
19. Ziegler, V., Paraginski, R. T., & Ferreira, C. D. (2021). Grain storage systems and effects of moisture, temperature and time on grain quality – A review. *Journal of Stored Products Research*, 91, 101770. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101770>
20. Jiang, H., Zhang, S., Yang, Z., Zhao, L., Zhou, Y., & Zhou, D. (2023). Quality classification of stored wheat based on evidence reasoning rule and stacking ensemble learning. *Computers and Electronics in Agriculture*, 214, 108339. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108339>
21. Kodali, R. K., John, J., & Boppana, L. (2020). IoT monitoring system for grain storage. In *2020 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/conecct50063.2020.9198549>
22. Piskarov, O., & Tymko, V. (2024). Rozrobka ta doslidzhennia avtomatyzovanoi systemy keruvannia elevatornym kompleksom [Development and research of an automated control system for elevator complexes].

- In *Materialy konferentsii KIT-2024* (pp. 220–222). KhNADU. <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/e9cf722a-f7e2-4c2e-a239-c0f85c1d0f65/content> [in Ukrainian]
23. Kovalenko, M. (2018). Ekonomichne obgruntuvannia innovatsiynykh tekhnolohii zberihannia zerna [Economic substantiation of innovative grain storage technologies]. *Ekonomika i suspilstvo*, (16), 348–356. https://economyandsociety.in.ua/journals/16_ukr/53.pdf [in Ukrainian]
 24. Ahrobiznes sohodni. (n.d.). *Avtomatyizatsiia elevatoriv ta obliku zerna. Suchasni pidkhody ta prohramne zabezpechennia* [Automation of elevators and grain accounting. Modern approaches and software]. <https://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/29385-avtomatyizatsiia-elevatoriv-ta-obliku-zerna-suchasni-pidkhody-ta-prohramne-zabezpechennia.html> [in Ukrainian]
 25. Shmandii, V. M., Klymets, V. V., & Bakhariev, V. S. (2014). Zmenshennia rivnia ekolohichnoi nebezpeky vid pylovykh vykydiv zernovykh elevatoriv [Reducing the level of ecological danger from dust emissions of grain elevators]. *Ekolohichna bezpeka*, (1), 103–109. [https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1\(17\)/Pdf/103.pdf](https://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2014_1(17)/Pdf/103.pdf) [in Ukrainian]

Ольховський А.С. Автоматизація процесів очищення, фасування та зберігання зернових

Сучасний розвиток агропромислового комплексу неможливий без автоматизації процесів очищення, фасування та зберігання зернових культур. Впровадження інноваційних технологій, зокрема сенсорних систем, Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту, дозволяє підвищити ефективність управління зерносховищами, знизити втрати продукції та забезпечити її стабільну якість. Попри наявність численних досліджень, залишається актуальною проблема комплексної інтеграції автоматизованих рішень у всі етапи обробки та зберігання зерна. Метою цієї роботи є аналіз сучасних технологій автоматизації процесів зберігання зернових, оцінка їхніх економічних та екологічних переваг, а також визначення перспектив розвитку у цій сфері. Дослідження ґрунтується на вивченні наукових публікацій та аналізі технологічних рішень, що впроваджуються у провідних аграрних підприємствах. Для досягнення поставленої мети використано методи системного аналізу, порівняльного огляду літератури та узагальнення отриманих результатів. Результати дослідження показують, що автоматизація дозволяє знизити втрати зерна на 15–20% та скоротити енергоспоживання на 10–12%. Оптимізація кліматичних параметрів у зерносховищах мінімізує ризик псування зерна та сприяє покращенню його якісних показників. Впровадження автоматизованих систем моніторингу забезпечує безперервний

контроль вологості, температури та газового складу зернової маси, що дозволяє зменшити використання хімічних засобів та підвищити екологічну безпеку. Практична цінність дослідження полягає у можливості застосування отриманих результатів для розробки рекомендацій щодо впровадження автоматизованих технологій у зерносховищах. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку адаптивних систем управління мікрокліматом, інтеграцію альтернативних джерел енергії та оптимізацію логістичних процесів у зернових комплексах.

Ключові слова: сільське господарство, інтелектуальні системи управління зерносховищами, автоматизовані елеватори, IoT у агросекторі, моніторинг кліматичних параметрів, зниження втрат зерна.

Olkhovskiy A.S. Automation of grain cleaning, packaging, and storage processes

The modern development of the agro-industrial complex is impossible without the automation of grain cleaning, packaging, and storage processes. The implementation of innovative technologies, including sensor systems, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence, enhances the efficiency of grain storage management, reduces product losses, and ensures stable quality. Despite numerous studies, the issue of comprehensive integration of automated solutions into all stages of grain processing and storage remains relevant. The aim of this study is to analyze modern automation technologies for grain storage processes, assess their economic and environmental benefits, and identify development prospects in this field. The research is based on a review of scientific publications and an analysis of technological solutions implemented by leading agricultural enterprises. To achieve the set objectives, methods of system analysis, comparative literature review, and generalization of obtained results were applied. The study results indicate that automation can reduce grain losses by 15–20% and decrease energy consumption by 10–12%. Optimizing climate parameters in grain storage facilities minimizes the risk of grain spoilage and improves its quality indicators. The introduction of automated monitoring systems ensures continuous control of humidity, temperature, and gas composition of the grain mass, reducing the need for chemical preservatives and increasing environmental safety. The practical significance of the study lies in the potential application of the obtained results to develop recommendations for implementing automated technologies in grain storage. Future research should focus on developing adaptive microclimate management systems, integrating alternative energy sources, and optimizing logistics processes in grain storage complexes.

Key words: agriculture, intelligent grain storage management systems, automated elevators, IoT in the agricultural sector, climate parameter monitoring, grain loss reduction.

ОБ'ЄМНА МАСА ҐРУНТУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ ТА ЙОГО ОБРОБІТКУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ПАВЛОВА Я.С. – аспірантка
orcid.org/0009-0009-7702-1225

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Деградація ґрунтів є однією з найбільших екологічних та економічних проблем, з якими стикається Україна. Особливо актуальним є питання охорони та відновлення чорноземів – унікальних родючих ґрунтів, на яких базується сільське господарство країни. Чорноземи займають велику частину ґрунтового покриву нашої країни, однак їх деградація, спричинена інтенсивним сільськогосподарським виробництвом, неправильними методами обробітку, управління рослинними рештками та іншими чинниками, несе загрозу не лише екологічному стану, але й майбутньому аграрного сектору [4, 6, 7, 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Надмірна об'ємна маса ґрунту є одним із важливих факторів, що впливає на його фізичні властивості та агрономічні характеристики. Для зернових колосових культур на чорноземах типових нормальна об'ємна маса не повинна перевищувати 1,4 г/см³. За результатами досліджень Карташова С. Г. та ін. встановлено, що оптимальна щільність ґрунту на період сівби культур повинна бути в межах 1,1–1,2 г/см³ [9]. Перевищення цього показника може спричинити серйозні негативні наслідки для продуктивності культур [19]. За аналізами досліджень закордонних та українських вчених однією з основних проблем, що виникають за високої об'ємної маси ґрунту це зменшення кількості в ньому пор, через що обмежується доступність води та поживних речовин для рослини [13, 14, 15]. У своїх дослідженнях Reintam Enola та ін. відмітили, що через ущільнені шари, витрачається енергія на ріст коріння ячменю ярого, що призводить до зменшення довжини та біомаси пагонів і колосся, навіть якщо біомаса коренів залишається незмінною [16].

Також підвищення об'ємної маси впливає на процеси обробітку ґрунту. В орних ґрунтах із високою об'ємною масою збільшується сила тяги ґрунтообробних агрегатів. Це вимагає додаткових витрат енергії для виконання обробітку, що підвищує енергоспоживання і знижує економічну ефективність виробництва [3].

Основним обробітком та попередниками можна покращити агрофізичні властивості ґрунту, зокрема і його об'ємну масу. Дослідження вказують на те, що залежно від методу та глибини обробітку ґрунту спостерігається його різна щільність. Згідно досліджень, проведення мілкого дискування ґрунту на глибину 10–12 см тенденційно призводить до збільшення об'ємної маси порівняно з оранкою [1, 17, 19]. Ця закономірність підтверджується й у дослідженнях Гаврилюка Ю. В. та Цюка О. А., які вказують на підвищення щільності ґрунту при застосуванні мілкого безполицевого обробітку [2, 12, 18].

Величина об'ємної маси ґрунту значною мірою залежить від попередника, а саме від кількості органічної речовини, яку він після себе залишає, особливостей його кореневої системи та її впливу на ґрунт. Культури з глибоким корінням можуть покращувати структуру ґрунту, знижуючи його щільність, тоді як вирощування рослини, що потребують частого обробітку або мають поверхневу кореневу систему, може супроводжуватися ущільненням ґрунту, що в свою чергу призводить до зменшення урожайності [1, 5, 11].

Мета. Визначення впливу попередників та способів обробітку ґрунту на зміну об'ємної маси чорнозему типового в посівах ячменю ярого в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2021–2024 рр. в стаціонарному досліді кафедри землеробства та гербології, закладеному ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Ячмінь ярий вирощували за різних попередників (фактор А): 1) кукурудза на зерно; 2) соя; 3) ріпак озимий; 4) соняшник. Також, вивчали системи основного обробітку (фактор В): 1) полицевий (контроль), що включав оранку на 23–25 см; безполицевий мілкий – дискування на 14–16 см; безполицевий поверхневий – дискування на 6–8 см.

Площа посівної ділянки 250 м² (10 м × 25,0 м), облікової 180 м² (9 м × 20 м), повторність досліді чотириразова, розміщення ділянок – систематичне.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий середньо-суглинковий. Вміст гумусу в оброблюваному шарі ґрунту 4,05–4,38 %, рН сольової витяжки – 6,9–7,3, ємність поглинання – 32 мг-екв. на 100 г ґрунту. Запас гумусу в метровому шарі становить 387–405 т/га. Така ґрунтова відміна є типовою для зони Лісостепу, займаючи 54,6 % її території. Ґрунтові води розташовані на глибині 5–6 м.

Об'ємну масу ґрунту визначали за методикою М. А. Качинського, що базується на використанні спеціальних циліндрів для відбору ґрунтових проб згідно з ДСТУ ISO 11272-2001. Для досліджень проби ґрунту відбирали з різних глибинних шарів: 0–10 см, 10–20 см та 20–30 см. Ці шари ґрунту є найбільш важливими для оцінки фізичних характеристик ґрунту, оскільки вони безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин. Відбір проб проводили в кілька етапів: перед сівбою ячменю ярого, на етапі цвітіння культури та безпосередньо перед збиранням урожаю [8].

Облік урожайності зерна ячменю ярого проводили у фазі повної стиглості методом суцільного збирання

з облікових площ з кожного варіанта в усіх повтореннях окремо з приведенням до 100 % чистоти й стандартної вологості.

Сівбу ячменю ярого сорту Себастьян, проводили за температури посівного шару 2–3° С та за настання фізичної стиглості ґрунту. За три роки проведених досліджень цей період припадав на кінець березня–першу декаду квітня. Норма висіву становила – 4 млн сх. нас./га, глибина висіву – 3–4 см, ширина міжрядь – 15 см.

У ході досліджень були застосовані загальнонаукові, лабораторні та статистичні методи. Для аналізу експериментальних даних використовувалось програмне забезпечення Excel з MS Office 365 та Statistica 10, що дозволило здійснити точну обробку даних і забезпечити достовірність результатів.

Результати досліджень. Об'ємна маса ґрунту – досить мінлива величина впродовж вегетаційного періоду с.-г. культури. Динаміка об'ємної маси ґрунту може залежати від значної кількості мінливих показників, таких як вологість ґрунту, його температура та структура, на які, в свою чергу, чинять суттєвий вплив досліджувані фактори – попередники та варіанти основного обробітку ґрунту.

Збільшення щільності складення ґрунту від передпосівного періоду до збирання культури відбувалося поступово. Крім того, цей показник зростає не лише впродовж періоду вегетації, але й за глибиною: збільшення щільності спостерігалось від верхніх шарів до нижніх. Зокрема, верхні шари ґрунту, де концентрація органічної речовини була вищою, менш схильні до ущільнення, в той час як нижні, особливо в зоні активного кореневого росту, піддавалися більшому ущільненню. Цей процес був однаковим для всіх варіантів досліду, що включали різні попередники та заходи основного обробітку ґрунту (табл. 1).

Аналізуючи усереднений вплив попередників на об'ємну масу, слід відмітити зменшення її показників від вирощування ячменю ярого після ріпаку озимого та соняшнику, завдяки властивостям розвинутої кореневої системи цих культур глибоко проникати в ґрунт та покращувати його структуру. В середньому перед сівбою ячменю ярого об'ємна маса ґрунту після цих попередників становила, відповідно, 1,10 та 1,13 г/см³ в 0–10 см товщі. Тоді як на контрольному варіанті (кукурудза на зерно) цей показник дорівнював 1,18 г/см³. Подібна тенденція була зафіксована також в шарах 10–20 та 20–30 см. Середнє значення після попередника ріпаку

Таблиця 1

Динаміка об'ємної маси ґрунту та урожайність ячменю ярого залежно від попередника та основного обробітку ґрунту, в середньому за 2021–2024 рр.

Фактор А	Фактор В	Об'ємна маса									Урожайність, т/га
		перед сівбою			цвітіння			перед збиранням			
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	
Кукурудза на зерно (к)	Пол. (К)	1,17	1,21	1,26	1,22	1,26	1,32	1,27	1,32	1,34	5,5
	Б. м.	1,18	1,24	1,25	1,20	1,32	1,35	1,26	1,34	1,36	5,3
	Б. п.	1,19	1,24	1,26	1,21	1,30	1,34	1,29	1,34	1,36	4,8
Соя	Пол. (К)	1,15	1,22	1,24	1,21	1,25	1,31	1,25	1,31	1,33	7,1
	Б. м.	1,17	1,23	1,26	1,24	1,31	1,32	1,27	1,32	1,34	7,0
	Б. п.	1,16	1,24	1,27	1,25	1,30	1,33	1,27	1,33	1,35	6,6
Ріпак озимий	Пол. (К)	1,10	1,14	1,21	1,18	1,24	1,29	1,23	1,28	1,31	6,7
	Б. м.	1,09	1,15	1,24	1,22	1,29	1,32	1,26	1,31	1,34	6,6
	Б. п.	1,11	1,18	1,25	1,20	1,30	1,32	1,28	1,33	1,34	6,3
Соняшник	Пол. (К)	1,12	1,16	1,22	1,19	1,25	1,29	1,22	1,29	1,30	5,8
	Б. м.	1,13	1,20	1,24	1,24	1,29	1,31	1,25	1,32	1,35	6,0
	Б. п.	1,14	1,22	1,24	1,22	1,31	1,30	1,26	1,31	1,32	5,7
НіР ₀₅ (AB)		0,026	0,017	0,019	0,030	0,016	0,018	0,030	0,016	0,018	0,53
В середньому по фактору А											
Кукурудза на зерно		1,18	1,23	1,26	1,21	1,29	1,34	1,27	1,33	1,35	5,2
Соя		1,16	1,23	1,26	1,23	1,29	1,32	1,26	1,32	1,34	6,9
Ріпак озимий		1,10	1,16	1,23	1,20	1,28	1,31	1,26	1,31	1,33	6,5
Соняшник		1,13	1,19	1,23	1,22	1,28	1,30	1,24	1,31	1,32	5,8
НіР ₀₅ (A)		0,012	0,009	0,010	0,012	0,009	0,010	0,012	0,009	0,011	0,31
В середньому по фактору В											
Пол. (К)		1,14	1,18	1,23	1,20	1,25	1,30	1,24	1,30	1,32	6,3
Б. м.		1,14	1,21	1,25	1,23	1,30	1,33	1,26	1,32	1,35	6,2
Б. п.		1,15	1,22	1,26	1,22	1,30	1,32	1,28	1,33	1,34	5,8
НіР ₀₅ (B)		0,012	0,008	0,011	0,019	0,011	0,010	0,018	0,011	0,010	0,27

Примітка: А – попередники; В – системи основного обробітку ґрунту; П (К) – полицевий (контроль) на 23–25 см, Б. м. – безполіцевий мілкий на 14–16 см, Б. п. – безполіцевий поверхневий на 6–8 см.

озимого становило, відповідно, 1,16 г/см³ та 1,23 г/см³, а після соняшнику – 1,19 та 1,23 г/см³. Однак, за вирощування ячменю ярого після сої спостерігається тенденція до збільшення об'ємної маси ґрунту до 1,26–1,27 г/см³ в нижніх досліджуваних горизонтах, особливо на фоні безполицевого мілкого та поверхневого обробітків. Проте, слід відмітити, що зафіксовані значення об'ємної маси ґрунту за всіх досліджуваних попередників не перевищували оптимальних величин для вирощуваної культури. Зафіксовані відмінності в щільності ґрунту залежно від попередника збереглися й до збирання ячменю ярого (табл. 1).

При аналізі результатів досліджень впливу основного обробітку на об'ємну масу оброблюваного шару ґрунту в посівах ячменю ярого було встановлено, що варіанти обробітку мають значний вплив на його об'ємну масу. Зокрема, безполицеві обробітки спричиняли збільшення об'ємної маси порівняно з оранкою. На період сівби культури в товщі ґрунту 0–10 см суттєвих відмінностей в його об'ємній масі між оранкою та безполицевими обробітками не виявлено. Тоді як, починаючи з шару 10–20 см спостерігалось збільшення щільності, порівняно з попереднім. За безполицевого мілкого та поверхневого обробітків об'ємна маса ґрунту становила, відповідно, 1,21–1,22 г/см³ в 10–20 см товщі та 1,25–1,26 г/см³ – 20–30 см., що переважало контроль (оранку) на 0,03 г/см³. Впродовж вегетаційного періоду ячменю ярого у всіх варіантах основного обробітку ґрунту спостерігалась тенденція до збільшення показника об'ємної маси по досліджуваних шарах ґрунту, що було зумовлено впливом комплексу природних та антропогенних факторів.

Урожайність культури суттєво залежала як від досліджуваних факторів окремо, так і від їх поєднання. Усереднені дані впливу попередників вказують на суттєву перевагу всіх досліджуваних культур порівняно з контролем (кукурудзою). Достовірно найвищу врожайність зерна ячменю ярого було отримано за розміщення його після сої – 6,9 т/га. Вирощування культури після ріпаку озимого забезпечувало нижчу на 0,4 т/га урожайність, що, проте, є не істотним показником, порівняно з соєю. Найнижчою урожайність культури була за вирощування ячменю після соняшнику – 5,8 т/га, що є істотним показником.

Вплив обробітку ґрунту на урожайність культури був менш вираженим. Слід відзначити, що заміна оранки на безполицевий мілкий обробіток не призвело до суттєвого зниження урожайності культури, яке становило лише 0,1 т/га. Проте, використання поверхневого дискування спровокувало суттєвий недобір врожаю культури порівняно з контролем, який становив 0,5 т/га.

Найбільш інформативною є оцінка впливу від поєднання попередника та варіанту основного обробітку ґрунту на урожайність культури, оскільки дає можливість обрати оптимальний варіант. Найкращим поєднанням у цьому плані є використання сої як попередника та оранки як варіанту основного обробітку ґрунту, що дозволило отримати найвищу урожайність культури в досліді на рівні 7,1 т/га. Однак, слід відмітити, що використання безполицевого мілкого обробітку ґрунту

в комбінації з усіма досліджуваними попередниками знижувало урожайність ґрунту не суттєво. Серед таких поєднань у досліді варто виділити цей варіант обробітку ґрунту після сої та ріпаку озимого, які забезпечили врожайність культури на рівні, відповідно, 7,0 та 6,6 т/га.

Висновки. У всіх досліджуваних варіантах основного обробітку ґрунту прослідковується тенденція до ущільнення його оброблюваного шару від періоду сівби до збирання зерна культури. Так, у верхній 0–10 см товщі ґрунту за проведення оранки на 23–25 см показник об'ємної маси збільшився на 0,10 г/см³, 10–20 см – 0,12, а в 20–30 см товщі на 0,09 г/см³. Схожі тенденції прослідковується і за безполицевих варіантів обробітку.

Узагальнюючи отримані дані, слід відмітити, що використання поєднання безполицевих варіантів обробітку ґрунту на меншу глибину (14–16 та 6–8 см), порівняно з оранкою на 23–25 см після всіх досліджуваних попередників у цілому призводило до збільшення об'ємної маси ґрунту, проте, її показники не перевищували межі оптимальних параметрів для культури.

Найвищий рівень урожайності ячменю ярого – 7,1 т/га в досліді отримано за вирощування культури після сої на фоні полицевого обробітку ґрунту на 23–25 см. Проте, заміна оранки безполицевим мілким обробітком на 14–16 см після сої та ріпаку озимого дозволило отримати не значно нижчий урожай культури на рівні, відповідно, 7,0 та 6,6 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ефективність мінімізації обробітку ґрунту і застосування побічної продукції під ячмінь ярий в умовах західного Лісостепу / В. М. Польовий та ін. *Bulletin national university of water and environmental engineering*. 2023. Т. 1. № 101. С. 223–234.
2. Порівняльна оцінка агрофізичних властивостей за різних технологій обробітку ґрунту в сівозміні / М. В. Войтовик та ін. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 6 (106). [http://dx.doi.org/10.31548/dopovid6\(106\).2023.004](http://dx.doi.org/10.31548/dopovid6(106).2023.004)
3. Effect of Moisture and Soil Compaction on Tillage Operations / Elvis López Bravo et al. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2016. Vol. 25, No. 1. P. 32–37.
4. Fuentes-Llanillo R., Guimaraes M. D., Tavares J. Morphology and physical properties of soil according to tillage systems in annual crops. *Revista brasileira de engenharia agricola e ambiental*. 2013. № 17 (5). P. 524–530.
5. Lampurlanés J., Cantero-Martínez C. Soil Bulk Density and Penetration Resistance under Different Tillage and Crop Management Systems and Their Relationship with Barley Root Growth. *Agronomy journal*. May 2003 <https://doi.org/10.2134/agronj2003.5260>
6. Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems / De Notaris C. et al. *Geoderma*. 2021. Т. 403. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115383>
7. Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil. / F. E. Berisso et al. *Soil and Tillage Research*. 2012. № 122. 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.08.012>
8. Землеробство. Навчальний посібник / С. П. Танчик та ін. К. : ЦП «Компринт». 2022. 350 с.

9. Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність / С. Г. Карташов та ін. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 21–26.
10. Павлов О. С. Зміна водно-фізичних показників ґрунту в полі пшениці озимої залежно від систем землеробства в Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. Вип. 176 С. 153–158.
11. Танчик, С. П.; Бабіля, Н. І.; Бабенко, А. І. Агрофізичні показники ґрунту за вирощування ячменю озимого в Закарпатті України. *Plant & soil science*. 2021. № 12 (4). С. 37–49.
12. Цюк О. А., Центило Л. В., Мельник В. І. Зміни агрофізичних властивостей чорнозему типового під впливом застосування добрив і обробітку ґрунту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2021. № 5 (93) <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.007>
13. Czyż Ewa A. Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. *Soil and Tillage Research*. 2004. Vol. 79. Iss. 2. P. 153–166. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.07.004>
14. Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil / F. E. Berisso et al. *Soil and Tillage Research*. 2012. Vol. 122, P. 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.02.005>
15. Impact of different barley-based cropping systems on soil physicochemical properties and barley growth under conventional and conservation tillage systems / Muhammad Naeem et al. *Agronomy*. 2020. № 11 (1), P. 8 <https://doi.org/10.3390/agronomy11010008>
16. Soil compaction effects on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science* / E. Reintam et al. 2009. № 59 (3). P. 265–272. <https://doi.org/10.1080/09064710802030070>
17. Матвійчук Б. В., Матвійчук Н. Г., Корево Н. І. Щільність будови і твердість ґрунту за вирощування пшениці озимої. *Український журнал природничих наук*. 2023. № 3. С. 167–175.
18. Гаврилюк Ю. В. Вплив систем обробітку ґрунту на його агрофізичний стан. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2016. № 3. С. 73–77.
19. Крылач С. Модель оптимального за агрофізичними параметрами посівного шару ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100. № 3. С. 13–19. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202203-02>
20. sivozmini. [Comparative assessment of agrophysical properties under different tillage technologies in crop rotation]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, (6/106). [https://doi.org/10.31548/dopovidi6\(106\).2023.004](https://doi.org/10.31548/dopovidi6(106).2023.004) [in Ukrainian].
21. Bravo, E. L., Suárez, M. H., Cueto, O. G., Coronel, C. I., & Ramon, H. (2016). Effect of Moisture and Soil Compaction on Tillage Operations. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(1), 32–37.
22. Fuentes-Llanillo, R., Guimarães, M. D. F., & Tavares Filho, J. (2013). Morphology and physical properties of soil according to tillage systems in annual crops. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 524–530.
23. Lampurlanés, J., & Cantero-Martínez, C. (2003). Soil bulk density and penetration resistance under different tillage and crop management systems and their relationship with barley root growth. *Agronomy journal*, 95(3), 526–536.
24. De Notaris, C., Jensen, J. L., Olesen, J. E., Da Silva, T. S., Rasmussen, J., Panagea, I., & Rubæk, G. H. (2021). Long-term soil quality effects of soil and crop management in organic and conventional arable cropping systems. *Geoderma*, 403, 115383.
25. Berisso, F. E., Schjørring, P., Keller, T., Lamandé, M., Etana, A., de Jonge, L. W., ... & Forkman, J. (2012). Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil. *Soil and Tillage Research*, 122, 42–51.
26. Tanchik, S. P., & others. (2022). *Zemlerobstvo: Navchalnyi posibnyk [Agriculture: A textbook]*. TsP "Komprint", 2022. 350. [in Ukrainian].
27. Kartashov, S. H., & others. (2012). Vplyv optymalnoi shchilnosti gruntu dlia riznykh silskohospodarskykh kultur na vrozhaist. [The impact of optimal soil density for different agricultural crops on yield]. *Tavria Scientific Bulletin*, 78, 21–26. [in Ukrainian].
28. Pavlov, O. S. (2012) Zmina vodno-fizychnykh pokaznykiv gruntu v poli pshenytsi ozymoi zalezno vid system zemlerobstva v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Change of water-physical indicators of soil in the field of winter wheat depending on the systems of agriculture in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 176, 153–158. [in Ukrainian].
29. Tanchyk, S., Babilia, N., & Babenko, A. (2021). Ahrofizychni pokaznyky gruntu za vyroshchuvannia yachmeniu ozymoho v Zakarpatti Ukrainy. [Agrophysical indicators of soil for growing winter barley in the Transcarpathia of Ukraine]. *Plant and Soil Science*, 12(4), 37–49. [in Ukrainian].
30. Tsyuk, O., Centilo, L., & Melnyk, V. (2021). Zminy ahrofizychnykh vlastyvostei chornozemu typovoho pid vplyvom zastosuвання добрив i obrobitku gruntu. [Changes in agrophysical properties of typical type of black type under the influence of fertilizer application and soil treatment]. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 5(17), 69–76 <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.007> [in Ukrainian].
31. Czyż, E. A. (2004). Effects of traffic on soil aeration, bulk density and growth of spring barley. *Soil and Tillage*

REFERENCES:

1. Polovyi, V. M., Furmanets, M. H., Snizhok, O. V., & Kolesnyk, T. M. (2023). Efektyvnist minimizatsii obrobitku gruntu i zastosuвання pobichnoi produktsii pid yachmin yaryi v umovakh zakhidnoho Lisostepu. [The effectiveness of minimizing soil cultivation and using by-products for spring barley in the conditions of the western Forest-Steppe]. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 1(101), 223–234. [in Ukrainian].
2. Voitovyk, M. V., Panchenko, O. B., Prymak, I. D., & Tsyuk, O. A. (2023). Porivnialna otsinka ahrofizychnykh vlastyvostei za riznykh tekhnolohii obrobitku gruntu v

- Research, 79(2), 153–166. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.07.004>
14. Berisso, F. E., Schjønning, P., Keller, T., Lamandé, M., Etana, A., de Jonge, L. W., ... & Forkman, J. (2012). Persistent effects of subsoil compaction on pore size distribution and gas transport in a loamy soil. *Soil and Tillage Research*, 122, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.still.2012.02.005>
 15. Naeem, M., Mehboob, N., Farooq, M., Farooq, S., Hussain, S., M. Ali, H., & Hussain, M. (2020). Impact of different barley-based cropping systems on soil physicochemical properties and barley growth under conventional and conservation tillage systems. *Agronomy*, 11(1), 8. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010008>
 16. Reintam, E., Trükmann, K., Kuht, J., Nugis, E., Edesi, L., Astover, A., ... & Rannik, K. (2009). Soil compaction effects on soil bulk density and penetration resistance and growth of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil and Plant Science*, 59(3), 265–272. <https://doi.org/10.1080/09064710802030070>
 17. Matviychuk, B. V., Matviychuk, N. H., & Korevo, N. I. (2023). Shchilnist budovy i tverdist gruntu za vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi. [Soil structure density and hardness in winter wheat cultivation]. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*, (3), 167–175. [in Ukrainian].
 18. Havryliuk, Y. V. (2016). Vplyv system obrobittu gruntu na yoho ahrofizychnyi stan. [The impact of soil cultivation systems on their agro-physical condition]. *Bulletin Dnipro State Agrarian and Economic University*. [in Ukrainian].
 19. Krylach, S. (2022). Model optymalnoho za ahrofizychnymy parametramy posivnoho sharu gruntu. [Model of the optimal sowing layer of soil based on agro-physical parameters]. *Bulletin of Agricultural Science*, 100(3), 13–19. [in Ukrainian].

Павлова Я.С. Об'ємна маса ґрунту залежно від попередників та його обробітку за вирощування ячменю ярого в Правобережному Лісостепу України

У статті наведено результати наукових досліджень щодо впливу чотирьох попередників – кукурудзи на зерно, сої, ріпаку озимого, соняшника та трьох варіантів обробітку ґрунту – полицевого (оранки) на 22–25 см, безполицевого мілкого на 14–16 см, та безполицевого поверхневого на 6–8 см на об'ємну масу ґрунту та врожайність ячменю ярого в правобережному Лісостепу України.

Покращення агрофізичних властивостей ґрунтів, зокрема об'ємної маси, є важливим для підвищення родючості, оптимізації структури ґрунтів та забезпечення сталого сільськогосподарського розвитку. Тому з кожним роком це питання стає все більш актуальним.

Дослідження, проведені в період з 2021 по 2024 роки, показали, що досліджувані фактори – попередники, спосіб основного обробітку ґрунту та його глибина, мали значний вплив на об'ємну масу ґрунту. Встановлено поступове збільшення щільності ґрунту від передпосівного періоду до збирання культури в усіх досліджуваних варіантах.

Визначено зниження об'ємної маси ґрунту після таких попередників як ріпак озимий та соняшник, порівняно з контролем. Зокрема, перед сівбою ячменю ярого, щільність ґрунту в верхньому – 0–10 см шарі

була, відповідно, на 0,08 та на 0,05 г/см³ менше, ніж на контролі (кукурудза на зерно). Подібна тенденція була зафіксована й у 10–20 та 20–30 см товщі ґрунту.

Встановлено, що зміна способу основного обробітку мала значний вплив на об'ємну масу ґрунту. Зокрема, безполицеві обробітки призводили до збільшення об'ємної маси ґрунту порівняно з оранкою. На період сівби в верхньому шарі ґрунту (0–10 см) не було помітних відмінностей в об'ємній масі між оранкою та поверхневими обробітками. Однак, починаючи з глибини 10–20 см, спостерігалось збільшення щільності, порівняно з верхнім шаром. За безполицевого мілкого та поверхневого обробітків усереднена об'ємна маса становила, відповідно, 1,21–1,22 г/см³ в 10–20 см товщі та 1,25–1,26 г/см³ – 20–30 см., що переважало контроль (оранку) на 0,03 г/см³. Також спостерігалась тенденція до зростання показника об'ємної маси зі збільшенням глибини відбору зразків ґрунту, що було зумовлено впливом комплексу природних та антропогенних факторів.

Найвищий рівень урожайності ячменю ярого – 7,1 т/га в досліді отримано за вирощування культури після сої на фоні полицевого обробітку ґрунту (оранки на 23–25 см). Проте, заміна оранки безполицевим мілким обробітком (дискуванням на 14–16 см) після сої та ріпаку озимого дозволило отримати не значно нижчий урожай культури на рівні, відповідно, 7,0 та 6,6 т/га.

Ключові слова: щільність ґрунту, кукурудза на зерно, соя, ріпак озимий, соняшник, оранка, дискування, урожайність.

Pavlova Ya.S. Soil bulk density depending on preceding crops and its tillage during the cultivation of spring barley in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of scientific research on the influence of four preceding crops – corn for grain, soybeans, winter rapeseed, sunflower and three options for soil tillage – plowing at 22–25 cm, disking at 14–16 cm, disking at 6–8 cm on the bulk density of soil and the yield of spring barley in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Improvement of soil agro-physical properties, particularly bulk density, is important for increasing soil fertility, optimizing soil structure, and ensuring sustainable agricultural development. Therefore, this issue is becoming increasingly relevant each year.

The studies were conducted from 2021 to 2024. The studied factors – preceding crops, the method of main tillage and its depth, had a significant impact on the bulk mass of the soil. A gradual increase in soil density from the pre-sowing period to crop harvesting was established in all studied variants.

It was found that the bulk density of the soil decreased after preceding crops such as winter rapeseed and sunflower, compared to the control (corn for grain). Specifically, before sowing spring barley, soil density in the upper 0–10 cm layer was 0.08 and 0.05 g/cm³ lower, respectively, than in the control (corn for grain). A similar trend was observed in the 10–20 cm and 20–30 cm soil layers.

It was established that changing the method of primary cultivation had a significant effect on soil bulk density. Disking's led to an increase in soil bulk density compared to plowing. During sowing, no noticeable differences in bulk density were observed between plowing and disking's in the upper soil layer (0–10 cm). However, starting from the 10–20 cm depth, an increase in density

was disking's to the upper layer. In the variants with disking at 14–16 and 6–8 cm, the average bulk density was, respectively, 1.21–1.22 g/cm³ in 10–20 cm of thickness and 1.25–1.26 g/cm³ – 20–30 cm, which exceeded the control (plowing) by 0.03 g/cm³. There was also a tendency for the bulk density indicator to increase with increasing depth of soil sampling, which was due to the influence of a complex of natural and anthropogenic factors.

The highest spring barley yield of 7.1 t/ha in the experiment was achieved when the crop was grown after soybeans with plowing at 23–25 cm. However, replacing plowing with disking's at 14–16 cm after soybeans and winter rapeseed resulted in only slightly lower yields of 7.0 and 6.6 t/ha, respectively.

Key words: soil bulk density, grain corn, soybeans, winter rapeseed, sunflower, plowing, disking, yield.

ПОКРАЩАННЯ ЯКОСТІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИКІВ ТА БІШОФІТУ

ПИСАРЕНКО П.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0002-4915-265X

Полтавський державний аграрний університет

САМОЙЛІК М.С. – доктор економічних наук, професор

orcid.org/0000-0003-2410-865X

Полтавський державний аграрний університет

ГАЛИЦЬКА М.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-2579-0515

Полтавський державний аграрний університет

ШПИРНА В.Г. – аспірантка

orcid.org/0009-0001-2548-5644

Полтавський державний аграрний університет

ЖИЛІН О.С. – аспірант

orcid.org/0009-0004-4595-7911

Полтавський державний аграрний університет

ОЛІЙНИК А.О. – аспірант

orcid.org/0009-0003-3534-5439

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Як зазначають більшість вітчизняних та зарубіжних дослідників [1-7], одним із пріоритетних напрямків екологізації землеробства є використання органічних добрив. Особливої уваги заслуговує такий вид добрив як компости. Виробництво компостів є ключовим питанням для сталого функціонування агроєкосистем [8]. Насьогодні питання покращення якості органічних добрив розкрито у багатьох літературних джерелах [9-16]

У середньому в гної міститься близько 0,5-0,7% азоту, 0,25-0,28% фосфору, 0,5-0,7% калію і 0,33-0,38% кальцію [17]. Також гній містить велику кількість мікроорганізмів, тому при внесенні гною у ґрунт мікрофлора ґрунту значно збагачується бактеріями. Враховуючи, що органічна речовина є важливим енергетичним матеріалом для мікрофлори ґрунту, після внесення гною здійснюється процес активації мікробіологічних процесів, таких як азотфіксуючих, що сприяють покращенню родючості ґрунту. У той же час, при внесенні гною на поля також може бути внесено до 80-110 млн. насінин бур'янів, що в свою чергу сприяє збільшенню засміченості поля.

Як зазначалося у попередніх дослідженнях [17], використання супутньо-пластової води та пробіотиків є досить ефективним для збагачення гною мікро- та макроелементами, знезараження від патогенних мікроорганізмів. У той же час важливим є розширення спектру використання екологообезпечених інноваційних методів знезараження гною за рахунок місцевих ресурсів. Тому об'єктами подальших досліджень були природні розсоли і мінерали, зокрема Полтавський бішофіт – природний мінерал, який головним чином є хлоридом магнію ($MgCl_2 \times 6H_2O$) з домішками більше як 30 мікроелементів.

Тому **метою** наших досліджень стало вивчення комплексного впливу бішофіту різної концентрації та пробіотичних препаратів на схожість насіння бур'янів та

ефективність використання гною, обробленого бішофітом та пробіотиком, при вирощуванні кукурудзи.

Матеріали та методика досліджень. Об'єктом дослідження є Полтавський бішофіт та пробіотичні препарати. Бішофіт – найбільш розчинна природня сіль, видобувається на поверхню шляхом підземного розчинення прісною водою. Видобувається прозорий розчин бішофіту з мінералізацією 400-450 г/л, щільністю 1,3 г/см³, рН = 5,2 – 5,8. Поклади бішофіту на Україні знаходяться у Дніпровсько-Донецькій западині і мають вигляд шару близько 2 м товщини. У даному дослідженні використано пробіотичні препарати Sviteco РВР (склад – комплекс пробіотичних культур *Bacillus* spp. 10×10^8 КУО).

Облік врожаю кукурудзи – суцільним методом на варіанті досліду в фазі повної стиглості зерна. Структуру урожаю визначали за методикою польового досліду [18]. Для визначення схожості насіння бур'янів відбирався 1 кг гною. Далі вимивалося все насіння бур'янів та методом пророщування (14 днів) визначалася їх схожість.

Підготовку гною контрольного зразка здійснювали за методикою ВНТП-АПК-09.06 [19] протягом 6 місяців. Підготовку гною запропонованої технології здійснювали протягом 4 місяців (з урахуванням попередніх досліджень [17]), з урахуванням технології ВНТП-АПК-09.06. Визначення патогенних мікроорганізмів здійснювали з урахуванням наказу [20].

Результати досліджень. На першому етапі досліду було закладено контрольний варіант отримання гною ВРХ по стандартній технології (відповідно ВНТП-АПК-09.06 [19], 6 місяців) та по біологічному методу з комплексним використанням пробіотичного препарату (*Sviteco*) та бішофіту на період 4 місяці у різній концентрації.

Для визначення оптимальної дози пробіотику, проведено попередні бактеріологічні дослідження з використанням пробіотику дозою 100 л/тону, при цьому

концентрація становила: нативний; 10% (розбавлення 1:10), 1% (розбавлення 1:100), 0,1% (розбавлення 1:1000). Встановлено, що після 4-х місяців компостування рівень патогенних мікроорганізмів при нативному та 10% розчині пробіотику значно знизився, при цьому *Salmonella* та *E. coli* не виявлено (рис. 1). Значно менша очистка гною при розчиненні пробіотику до 1% та 0,1%. Тому для даних досліджень використана концентрація пробіотику (*Sviteco*) дозою 100 л/тонну у розбавленні 10% (розбавлення 1:10).

Для визначення оптимальної дози бішофіту закладено попередньо експерименти на 4 місяці з різною концентрацією 50 л/тонну; 100 л/тонну; 150 л/тонну; 200 л/тонну; 250 л/тонну. Таким чином, закладені наступні варіанти:

- варіант 1 – контроль – отримання гною ВРХ по стандартній технології (відповідно ВНТП-АПК-09.06 [19], 6 місяців);
- варіанти 2-5 – бішофіт дозою 50 л/тонну; 100 л/тонну; 150 л/тонну; 200 л/тонну відповідно;
- варіант 6 – бішофіт дозою 50 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);
- варіант 7 – бішофіт дозою 100 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);
- варіант 8 – бішофіт дозою 150 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10);
- варіант 9 – бішофіт дозою 200 л/т та пробіотик 100 л/т (розбавлення 1:10).

Для визначення дії різних доз бішофіту на життєздатність насіння бур'янів і культурних рослин у день закладки досліду в компости були закладені в мішочках насіння різних рослин з різною вихідною схожістю: щиряца (53%), триреберник (60%), осот польовий

(13%), пирій повзучий (47%), лобода біла (56%), редька дика (74%). З культурних рослин вивчали озиму пшеницю (88%), кукурудзу (93%), горох (77%), цукрові буряки (78%).

Насіння культурних рослин, які використовували в досліді, після 4-х місяців зберігання втратили свою схожість. Після 4-х місяців зберігання у варіанті де застосовували бішофіт (150 л/т) та пробіотик (100 л/т, 10% розведення), насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизилася (таблиця 1). Ефективність зниження схожості бур'янів при різних варіантах досліді відображено на рис. 2.

На контролі зниження схожості бур'янів після обробки 6 місяців по стандартній технології складало: щиряца на 13%, триреберник на 35%, пирій повзучий на 11%, лобода біла на 10%, редька дика на 23%, осот польовий не втратив свою схожість. У той же час найкращі дані по зниженню схожості бур'янів отримано після обробки 4 місяців на 4 та 8 варіанти, при дозі бішофіту 150 л/тонну, при цьому варіант 8 з додаванням пробіотику посилює синергічний ефект (рис. 3).

Для визначення ефективності запропонованої технології обробки гною (суміш бішофіту дозою 150 л/т та пробіотику дозою 100 л/т, розбавлення 1:10, закладання 4 місяці) проведено польове дослідження протягом 2019–2024 рр. у порівнянні з контролем (компостування відповідно ВНТП-АПК-09.06 [19], 6 місяців). Добрива вносили восени перед посівом кукурудзи (таблиця 2).

Обґрунтовано, що використання запропонованої технології обробки гною (4 місяці, бішофіт дозою 150 л/т та пробіотик дозою 100 л/т, розбавлення 1:10) дозволяє підвищити урожайність кукурудзи на 58,1%, що на

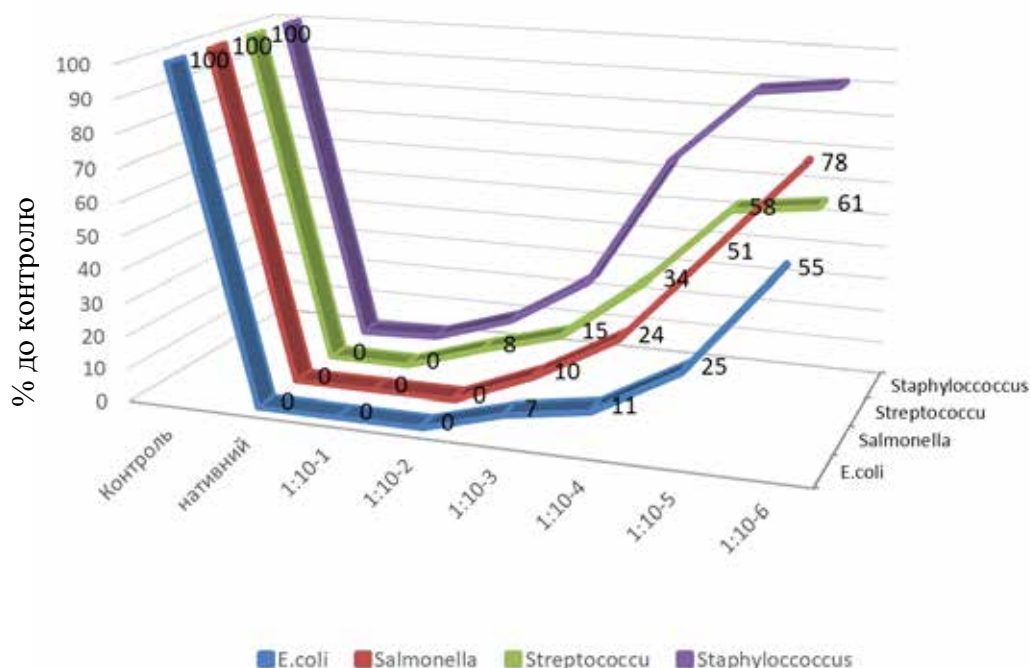


Рис. 1. Використання різної концентрації пробіотику (*Sviteco*) дозою 100 л/т для знезараження гною

Таблиця 1

Схожість насіння бур'янів до та після обробки гною бішофітом різної концентрації та пробіотиком (100 л/т, 10% розведення)

Варіант	Шириця	Трире- берник	Осот польовий	Пирій повзучий	Лобода біла	Редька дика
Контроль. Схожість насіння бур'янів до обробки буртів бішофітом та пробіотиком	53	60	13	47	56	74
Варіант 1. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 6-х місяців зберігання по стандартній технології	46	39	13	42	50	57
Варіант 2. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 50 л/т)	42	35	8	40	42	50
Варіант 3. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 100 л/т)	40	32	6	35	25	24
Варіант 4. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 150 л/т)	22	20	0,6	25	0,7	0,8
Варіант 5. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 200 л/т)	28	25	9	38	27	4
Варіант 6. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 50 л/т) та пробіотику (1:10)	40	33	7	30	41	25
Варіант 7. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 100 л/т) та пробіотику (1:10)	38	30	6	28	21	21
Варіант 8. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 150 л/т) та пробіотику (1:10)	18	15	0,3	18	0,3	0,4
Варіант 9. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом буртів після 4-х місяців зберігання (доза 200 л/т) та пробіотику (1:10)	25	21	9	31	25	2

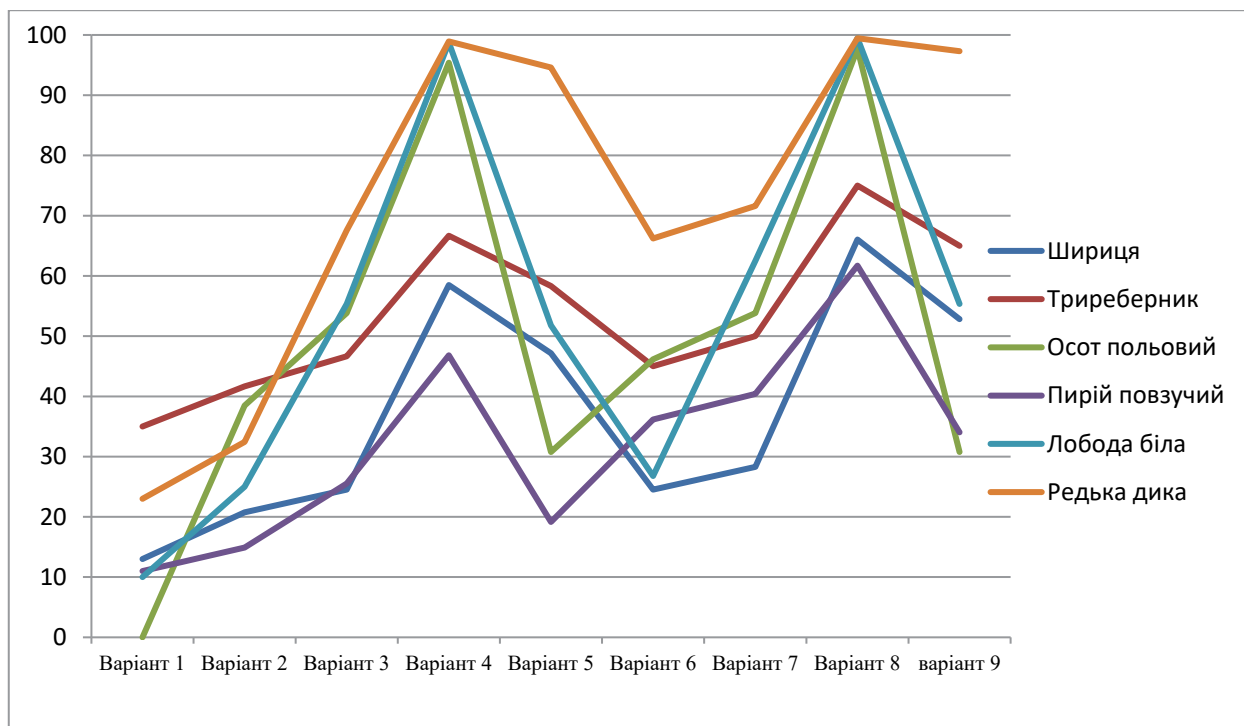


Рис. 2. Ефективність зниження схожості бур'янів при різних варіантах дослідження (при різній концентрації бішофіту)

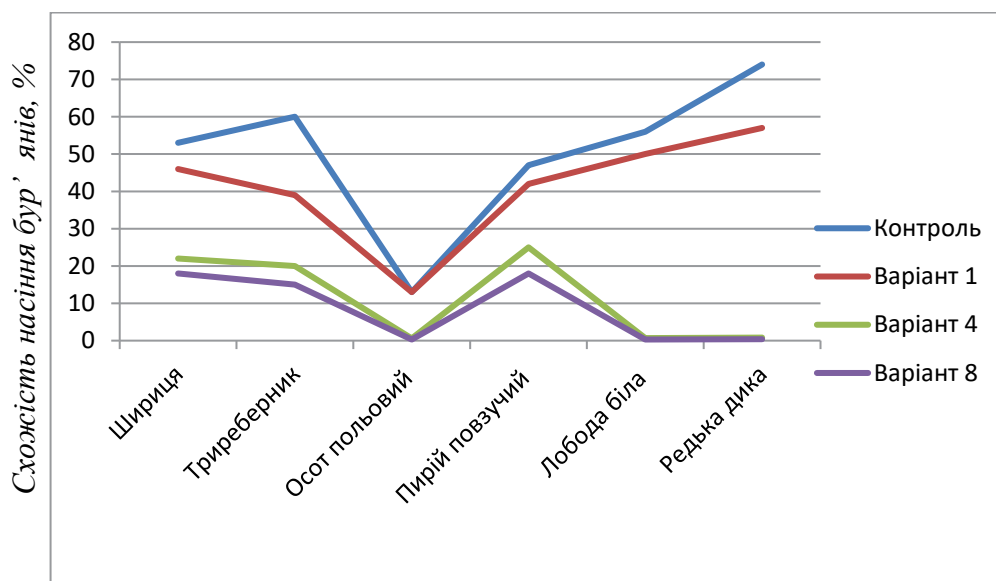


Рис. 3. Схожість насіння бур'янів в оброблених бішофітом (150 л/тонну) та пробіотиком (100 л/тонну, 1:10) буртів після 4-х місяців зберігання у порівнянні з контролем

Таблиця 2

Урожайність кукурудзи після внесення гною, отриманого за різною технологією (середнє за роки досліджень 2019-2024 рр.)

Варіанти досліду	Середня урожайність, ц/га	Приріст урожаю	
		ц/га	%
Контроль (без внесення добрив)	43,0	-	-
Стандартна технологія отримання гною відповідно ВНТП-АПК-09.06 [19], 6 місяців	52,7	9,7	22,5
Запропонована технологія обробки гною (4 місяці, бішофіт доза 150 л/т та пробіотик дозою 100 л/т (розбавлення 10%))	68,0	25,0	58,1
НІР 0,05	3,1		

35,6% вище у порівнянні з стандартною технологією отримання гною.

Висновки. У результаті проведених досліджень запропоновано технологію отримання екологічно безпечних інноваційних добрив з використанням біологічного методу – комплексного використання бішофіту при концентрації 150 л/тонну та пробіотику дозою 100 л/т (10% розведення). Після 4-х місяців зберігання у запропонованому варіанті насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизил (до 60% у порівнянні з контролем).

Обґрунтовано, що використання запропонованої технології обробки гною (4 місяці, бішофіт дозою 150 л/т та пробіотик дозою 100 л/т, розбавлення 1:10) дозволяє підвищити урожайність кукурудзи на 58,1%, що на 35,6% вище у порівнянні з стандартною технологією отримання гною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Pysarenko, P., Samojlik, M., Galytska, M., Dychenko, O., Shpyrna, V., Lastovka, V., Husinsky, D., and Zhylin, O. Using of probiotics and associated formation water as a basic fertiliser. *Journal of Ecological Engineering*, (2025), 26(5), pp. 301–309. <https://doi.org/10.12911/22998993/201384>
2. Georgieva, V., Guero, G. and Blagoeva, N. (2024) "Impact of economic and environmental factors on agricultural product pricing in the EU", *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 10(4), pp. 47–73. doi: 10.51599/are.2024.10.04.03.
3. Pedak I.S. The impact of environmental factors on the production of highquality. *Journal of Agricultural Science*. 2018. № 8. p. 15–20.
4. Гончарук І. В., Ковальчук С. Я., Цицюра Я. Г., Лутковська С. М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
5. Шувар І. А., Бунчак О. М., Сендецький В. М., Тимофійчук О. Б. Виробництво та використання органічних добрив: монографія. Івано-Франківськ: Симфонія Форте, 2015. 596 с.
6. Фатеев А. І., Смірнова К. Б., Семенов Д. О. Оцінка придатності ґрунтів України для органічного землеробства за вмістом мікроелементів. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4. С. 5–9.
7. Писаренко В.М. Органічне землеробство для приватного сектора. Полтава: ФОП Мирон І.А., 2017. 140 с.

8. Мінькова О. Г. Шляхи та способи переходу від традиційного аграрного виробництва до органічного. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. 3–10
9. Центилю Л. В., Цюк О. А. Баланс азоту, фосфору і калію за застосування добрив. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 5. (75). Режим доступу до статті: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_22.
10. Волкогон В. В., Деркач С. М., Дімова С. Б., М'ягкі М. В., Луценко Н. В., Штанько Н. П., Наконечна Л. Т. Біокомпостування органічного субстрату на основі птишиного посліду за інтродукції асоціації грибів *Trichoderma harzianum* 128. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 108–115.
11. Колісник Н. М., Тимофійчук Б. В., Сендецький В. М. та ін. Деструкція соломки – невід'ємна складова біологізації землеробства. *Посібник українського хлібороба*. 2017. Т. 1. С. 279–280.
12. Русаков, Д. С., Дідух, В. Ф., Том'юк, В. В. (2014) Промислове виробництво
13. органічних, органо-мінеральних та гранульованих добрив на основі сапропелів. *Вісник Львівського національного аграрного університету*, № 18, 37–42.
14. Чабанюк Я. В., Бровко І. С., Кордунян О. О. ДЦ (деструктор целюлози) – препарат для управління ґрунтовою родючістю. *Аграрна наука – виробництво*. 2016. № 4. С. 7–8.
15. Taylor J. P. Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques / J. P Taylor, B. Wilsona, M. S. Millsb, R.G Burns // *Soil Biology and Biochemistry*. – 2002. – Vol. 34. – P. 387–40.
16. Дульгерев А. Н., Нудьга А. Ю. Компостирование навоза с углеаммонийными солями и эффективность полученных компостов на посевах кукурузы. *Элементы регуляции в растениеводстве: Сборник научных работ / НАН Украины; Ин-т биоорг. химии та нефтехимии; НЦ "АКСО"; под ред. В. П. Кухаря*. – К.: ВВП "Компас", 1998. – С. 323–326.
17. Шумік С. А., Погоріла Н. Ф., Драга М. В., Скопечка О. В. Застосування вуглеамонійних солей як нового екологічно чистого азотного добрива при вирощуванні цінних лікарських рослин та злакових культур. *Вісник Київського університету імені Тараса Шевченка*. 1999, № 4 С. 91–92.
18. Гаценко М. В. Компостування органічної речовини. мікробіологічні аспекти. *Сільськогосподарська мікробіологія*. – 2014. – Вип. 19. – С. 11–20.
19. Писаренко П. В., Самойлік М. С., Тараненко А. О., Цюва Ю. А. Удосконалення технології отримання високоякісних органічних добрив з використанням супутньопластової води та пробіотичних препаратів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1 (24). С. 192–203. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-1-14
20. Доспехов Б. А. Методика польового досвіду (з основами статистичної обробки результатів досліджень), 1973. – 336 с.
21. ВНТП-АПК-09.06. Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною. Наказ Міністерство аграрної політики та продовольства України від 01.02.2006 р. № 29.
22. Наказ Міністерства охорони здоров'я від 24.05.2013 № 425 Про затвердження Методичних рекомендацій «Методи виділення та ідентифікації сальмонел»
23. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., Sereda, M. Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agrocenosis. *Agrarteadus*. 2021.32(2): DOI: 10.15159/jas.21.41.

REFERENCES:

1. Pysarenko, P., Samojlik, M., Galytska, M., Dychenko, O., Shpyrna, V., Lastovka, V. Zhylin, O. (2025). Using of probiotics and associated formation water as a basic fertiliser. *Journal of Ecological Engineering*. 26(5), 301–309. <https://doi.org/10.12911/22998993/201384>
2. Georgieva, V., Guero, G., & Blagoeva, N. (2024). Impact of economic and environmental factors on agricultural product pricing in the EU. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 10(4), 47–73. <https://doi.org/10.51599/are.2024.10.04.03>
3. Pedak I.S.(2018.) The impact of environmental factors on the production of highquality. *Journal of Agricultural Science*, № 8. 15–20.
4. Honcharuk I. V., Kovalchuk S. Ya., Tsytsyura Ya. G., Lutkovska S. M. (2020) Dynamichni protsesy rozvytku orhanichnoho vyrobnytstva v Ukraini: monohrafiya [Dynamic processes of development of organic production in Ukraine]. Vinnytsia: LLC "TVORY". 478 p. [in Ukrainian].
5. Shuvar I. A., Bunchak O. M., Sendets'kyi V. M., Tymofiychuk O. B. (2015) Vyrobnystvo ta vykorystannya orhanichnykh dobyrv: monohrafiya. [Production and use of organic fertilizers: monograph]. Ivano-Frankivsk: Symphonia Forte. 596 p. [in Ukrainian].
6. Fatyeyev A. I., Smirnova K. B., Semenov D. O. (2014) Otsinka prydatnosti gruntiv Ukrainy dlya orhanichnoho zemlerobstva za vmistom mikroelementiv [Assessment of the suitability of Ukrainian soils for organic farming by the content of trace elements]. *Bulletin of Agrarian Science*. № 4. pp. 5–9. [in Ukrainian].
7. Pysarenko V.M. (2017) Orhanichne zemlerobstvo dlya pryvatnoho sektora [Organic farming for the private sector]. Poltava: FOP Myron I.A.,. 140 p. [in Ukrainian].
8. Minkova O. G. (2016) Shlyakhy ta sposoby perekhodu vid tradytsiynoho aharnoho vyrobnytstva do orhanichnoho [Ways and methods of transition from traditional agricultural production to organic.] *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, № 1. 3–10. [in Ukrainian].
9. Tsentylo L. V., Tsyuk O. A. (2018) Balans azotu, fosforu i kaliyu za zastosuvannya dobyrv. [Balance of nitrogen, phosphorus and potassium during the use of fertilizers] *Scientific reports of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine*. 5. (75). http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2018_5_22. [in Ukrainian].
10. Volkohon V. V., Derkach S. M., Dimova S. B., Myahka M. V., Lutsenko N. V., Shtan'ko N. P., Nakonechna L. T. (2018) Biokompostuvannya orhanichnoho substratu na osnovi ptashynoho poslidu za introduktsiyi asotsiatsiyi hrybiv *Trichoderma harzianum* [Biocomposting of organic substrate based on bird droppings with the introduction of the fungal association *Trichoderma harzianum*]

- Agroecological Journal*. 2018. No. 1. pp. 108–115 [in Ukrainian].
11. Kolisnyk N.M., Tymofiyshuk B.V., Sendets'kyi V.M. (2017). Destruktsiya solomy – nevid'yemna skladova biolohizatsiyi zemlerobstva [Straw destruction is an integral component of the biologization of agriculture]. *Handbook of the Ukrainian farmer*. № 1. 279–280.
 12. Rusakov, D.S., Didukh, V.F., Tomyuk, V.V. (2014). Promyslove vyrobnytstvo orhanichnykh, orhano-mineral'nykh ta hranul'ovanykh dobryv na osnovi sapropeliv [Industrial production of organic, organo-mineral and granulated fertilizers based on sapropels]. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University*. № 18. 37–42. [in Ukrainian].
 13. Chabanyuk YA.V., Brovko I.S., Kordunyan O.O. (2016). DTS (destruktor tselyulozy) – preparat dlya upravlinnya gruntovoyu rodyuchistyu. [DC (cellulose destructor) – a preparation for soil fertility management]. *Agrarian science – production*. № 4. 7–8.
 14. Taylor J. P. (2002). Comparison of microbial numbers and enzymatic activities in surface soils and subsoils using various techniques. *Soil Biology and Biochemistry*. № 34. 387–40.
 15. Dul'herov A.N., Nud'ha A.Yu. (1998.) Kompostyrovanye navoza s uhleammonyynymu solyamy u éffektivnost' poluchennykh kompostov na posevakh kukuruzy [Composting of manure with ammonium salts and the effectiveness of the resulting composts on corn crops] *Elements of regulation in crop production: Collection of scientific papers of the NAS of Ukraine; Inst. of bioorgan. chemistry and petrochemistry; NC "AKSO"; ed. V.P. Kukhar. – K.: VVP "Compass". 323–326.*
 16. Shumik S.A., Pohorila N.F., Draha M.V., Skopets'ka O.V. (1999) Zastosuvannya vuhleamoniynykh soley yak novoho ekolohichno chystoho azotnoho dobryva pry vyroshchuvanni tsinnykh likars'kykh roslyn ta zlakovykh kul'tur.[Application of ammonium salts as a new environmentally friendly nitrogen fertilizer in the cultivation of valuable medicinal plants and cereal crops]. *Bulletin of the Taras Shevchenko University of Kyiv*. № 4. 91–92. [in Ukrainian].
 17. Hatsenko M. V. (2014). Kompostuvannya orhanichnoyi rechovyny.mikrobiolohichni aspekty [Composting of organic matter. Microbiological aspects]. *Agricultural Microbiology*. № 19. 11–20. [in Ukrainian].
 18. Pysarenko P.V., Samoylik M.S., Taranenko A.O., Ts'ova Yu.A. (2022). Udoshkonalennya tekhnolohiyi otrymannya vysokoyakysnykh orhanichnykh dobryv z vykorystannyam suputn'oplastovoyi vody ta probiotychnykh preparativ. [Improving the technology of obtaining high-quality organic fertilizers using co-plastic water and probiotic preparations]. *Agriculture and Forestry*. № 1 (24). 192–203. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-14 [in Ukrainian].
 19. Dospyekhov B.A. (1973). Metodyka pol'ovoho dosvidu (z osnovamy statystychnoyi obrobky rezul'tativ doslidzhen'). [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. 336 p.
 20. VNTP-APK-09.06. Systemy vydalennya, obrobky, pidhotovky ta vykorystannya hnoyu. Nakaz Ministerstvo aharnoyi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny vid 01.02.2006 r. № 29.[VNTP-APK-09.06. Systems for the removal, processing, preparation and use of manure. Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 01.02.2006 No. 29.] [in Ukrainian].
 21. Nakaz Ministerstva okhorony zdorov'ya vid 24.05.2013 № 425 Pro zatverdzhennya Metodychnykh rekomendatsiy "Metody vydilennya ta identyfikatsiyi sal'monel. [Order of the Ministry of Health of May 24, 2013 No. 425 On approval of Methodological recommendations "Methods for isolation and identification of salmonella"] [in Ukrainian].
 22. Pysarenko, P., Samoilik, M., Taranenko, A., Tsova, Y., Sereda, M. (2021). Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agroecosis. *Agraarteacus*. № 32(2): DOI: 10.15159/jas.21.41.
- Писаренко П.В., Самойлік М.С., Галицька М.А., Шпирна В.Г., Жилін О.С., Олійник А.О. Покращання якості органічних добрив за рахунок використання пробіотиків та біофіту**
- На сьогодні актуальним питанням є впровадження науково-обґрунтованої системи забезпечення сталого функціонування агроєкосистем. У даному контексті важливим є розширення спектру використання екологобезпечних інноваційних методів знезараження ґною за рахунок місцевих ресурсів. Це дозволяє в обмежених об'ємах хіміко-техногенних ресурсів в аграрному секторі замінити їх альтернативними маловитратними заходами, які базуються на природних процесах самовідновлення.
- Метою дослідження стало вивчення комплексного впливу біофіту різної концентрації та пробіотичних препаратів на схожість насіння бур'янів та ефективність використання ґною, обробленого біофітом та пробіотиком, при вирощуванні кукурудзи. Об'єктами досліджень були Полтавський біофіт та пробіотичні препарати. Для визначення оптимальної дози біофіту закладено попередньо експерименти на 4 місяці з різною концентрацією 50 л/т; 100 л/т; 150 л/т; 200 л/т. Для визначення оптимальної дози пробіотику, проведені попередні бактеріологічні дослідження з використанням пробіотику дозою 100 л/тону. Встановлено, що після 4-х місяців компостування рівень патогенних мікроорганізмів при нативному та 10% розчині пробіотику значно знизився, при цьому *Salmonella* та *E. coli* не виявлено.
- Для визначення дії різних доз біофіту на життєздатність насіння бур'янів у день закладки досліду в компости були закладені в мішочках насіння різних рослин з різною вихідною схожістю: щирця (53%), триреберник (60%), осот польовий (13%), пирій повзучий (47%), лобода біла (56%), редька дика (74%). Після 4-х місяців зберігання у варіанті де застосовували біофіт (150 л/т) та пробіотик (100 л/т, 10% розведення), насіння осоту польового, лободи білої та редьки дикої повністю втратили схожість, насіння інших бур'янів значно її знизил (до 60% у порівнянні з контролем).
- Обґрунтовано, що використання запропонованої технології обробки ґною (4 місяці, біофіт дозою 150 л/т та пробіотик дозою 100 л/т, розбавлення 1:10) дозволяє підвищити урожайність кукурудзи на 58,1%, що на 35,6% вище у порівнянні з стандартною технологією отримання ґною.
- Ключові слова:** пробіотик, біофіт, гній, органічні добрива, бур'яни, мікроорганізми.

Pysarenko P.V., Samojlik M.S., Galytska M.A., Shpyrna V.H., Zhylin O.S., Oliynyk A.O. Improving the quality of organic fertilizers through the use of probiotics and bischofite

Today, the current issue is the implementation of a scientifically based system for ensuring the sustainable functioning of agroecosystems. In this context, it is important to expand the range of use of environmentally safe innovative methods of manure disinfection at the expense of local resources. This allows, in limited volumes of chemical and technogenic resources in the agricultural sector, to replace them with alternative low-cost measures based on natural self-renewal processes.

The aim of the study was to study the complex effect of bischofite of different concentrations and probiotic preparations on the germination of weed seeds and the efficiency of using manure treated with bischofite and probiotics in growing corn. The objects of the research were Poltava bischofite and probiotic preparations. To determine the optimal dose of bischofite, experiments were previously set for 4 months with different concentrations of 50 l/t; 100 l/t; 150 l/t; 200 l/t. To determine the optimal dose of probiotic, preliminary bacteriological studies were

conducted using probiotic at a dose of 100 l/ton. It was found that after 4 months of composting, the level of pathogenic microorganisms in native and 10% probiotic solutions significantly decreased, while Salmonella and E. coli were not detected.

To determine the effect of different doses of bischofite on the viability of weed seeds, on the day of the experiment, seeds of different plants with different initial germination were placed in bags in the compost: schirytsia (53%), triribera (60%), field thistle (13%), creeping wheatgrass (47%), white quinoa (56%), wild radish (74%). After 4 months of storage in the variant where bischofite (150 l/t) and probiotic (100 l/t, 10% dilution) were used, seeds of field sow thistle, white quinoa and wild radish completely lost germination, seeds of other weeds significantly reduced it (up to 60% compared to the control).

It is substantiated that the use of the proposed technology for manure treatment (4 months, bischofite dose 150 l/t and probiotic dose 100 l/t, dilution 1:10) allows to increase corn yield by 58.1%, which is 35.6% higher compared to the standard technology for obtaining manure.

Key words: probiotic, bischofite, manure, organic fertilizers, weeds, microorganisms.

ШКІДНИКИ ГІРЧИЦІ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ: РОЗШИРЕНИЙ ОГЛЯД

РАТУШНИЙ Є.В. – аспірант

orcid.org/0009-0006-4282-1116

Державний біотехнологічний університет

СТАНКЕВИЧ С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-8300-2591

Державний біотехнологічний університет

ЗАБРОДИНА І.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0001-8122-9250

Державний біотехнологічний університет

МЕЛЕНТІ В.О. – PhD, старший викладач

orcid.org/0000-0003-4196-5274

Державний біотехнологічний університет

НЕМЕРИЦЬКА Л.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0001-7933-0587

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Постановка проблеми. Гірчиця має велике народногосподарське значення як олійна культура. З її насіння видобувають олію яка за своєю якістю не поступається соняшниковій. У світі вирощують чотири види гірчиці: білу, або англійську (*Sinapis alba* L.), сизу, або сарептську (*Brassica juncea* (L.) Czern), чорну, або французьку (*Brassica nigra* (L.) W. D. J. Koch) та абіссінську, або крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst. ex. R.E.Fr.). Світові площі зайняті гірчицею становлять близько 3,0 млн га. В Україні гірчицю вирощують в усіх областях та АР Крим. Площі сизої гірчиці в Україні становлять біля 85 тис. га при врожайності зерна 0,8–1,2 т/га. Площі зайняті білою гірчицею в Україні невеликі. Середня врожайність становить 1,2–1,5 т/га. Гірчиця чорна в Україні майже не вирощується. Середня врожайність до 1,5 т/га. Гірчиця абіссінська в Україні поки не вирощується, проте у сусідніх країнах врожайність становить до 3,0 т/га, а посівні площі сягають понад 50 тис. га. На шляху до отримання високих урожаїв гірчиці постає ряд перепон, основною із яких щороку є комплекс шкідників, які знижують потенційний врожай на 30–40 % і більше [1, 2, 22, 51].

Мета – провести критичний аналіз вітчизняних та закордонних наукових літературних джерел, щодо шкідливої ентомофауни гірчичних агроценозів.

Матеріали та методика досліджень. З метою встановлення домінуючих видів шкідників гірчиці, які можуть мати економічне значення нами було проаналізовано понад 50 вітчизняних та закордонних літературних джерел щодо структури ентомокомплексу олійних капустианих агроценозів.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні та суміжних країнах комплекс шкідників капустианих культур характеризується видовою різноманітністю, описано понад 300 видів. Найбільш повний фауністичний опис шкідників капустианих культур, в тому числі гірчиці, в умовах Лісостепу та Полісся України подано у роботі А. П. Кришталія [10], який описав 211 видів комах, або 14 % від усіх шкідливих для с.-г. культур комах, серед яких 56 видів є спеціалізованими. Вітчизняні вчені М. П. Секун [15], М. Круть [11, 12], Ю. Г. Красиловець [9], Л. І. Кава [7]

та Лаба Ю. Р. [13, 14] вказують на те, що олійні капустиани культури в Україні пошкоджують близько 50 видів шкідників. З. І. Гурова [2] та Л. І. Колеснік [8] називають по 40 видів, а В. С. Журавський [5, 6] наводить список лише із 27 видів шкідливих комах. За даними Р. В. Яковлева [19, 20, 21], в Лісостепу України гірчицю пошкоджують 32 види фітофагів. Найбільш шкідливими видами в Лісостепу України є блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta* spp.), квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.), клопи хрестоцвіті (*Eurydema* spp.), прихованохоботник капустианий стебловий (*Ceuthorrhynchus quadridens* Panz.), пильщик ріпаковий (*Athalia rosae* L.) та попелиця капустиана (*Brevicoryne brassicae* L.). Цибулько В. І. [3] відмічає, що у Східному Лісостепу України капустиани культури пошкоджують близько 60 видів багатодітних та спеціалізованих комах.

За нашими даними, олійні капустиани культури у Східному Лісостепу України пошкоджує 54 види спеціалізованих та багатодітних шкідників, які належать до 8 рядів та 22 родин. Із них 29 видів є спеціалізованими шкідниками, а 25 – багатодітними. Найбільш небезпечними видами є хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд, хрестоцвіті клопи та капустиана попелиця [1, 2, 3, 51].

За даними О. А. Іванцової [51] у Поволжі на гірчиці сарептській було зареєстровано 103 види шкідників. А В. В. Величко [3] вказує на те, що в нечорноземній смузі гірчицю пошкоджує 86 видів комах. За даними Л. О. Кантера [3] у Західному Забайкаллі зареєстровано 45 видів комах шкідливих гірчиці. Анцупова Т. Є. [51] називає 19 видів шкідливих на Кубані, а Амосов Ю. М. [3] описує 25 видів які шкодять у Якутії. Семаков В. В. [51] називає 22 види шкідливих на Камчатці.

В Узбекистані [3, 51] гірчицю пошкоджує 82 види комах. У Чуйській долині Киргизії капустиани культури заселяють 6 видів попелиць, 2 із яких пошкоджують кореневу систему [22]. У Казахстані на гірчиці описано 66 видів шкідників. Найбільш небезпечними є блішки хрестоцвіті, пильщик ріпаковий, міль капустиана, білан гірчичний, листоїд гірчичний, клопи люцерновий і буряковий [22].

Ентомокомплекс олійних капустяних культур у Китаї нараховує 39 видів фітофагів [24], а Ж. Лхагва [51] наводить список із 25 видів комах, що завдають шкоди капустяним культурам в Монголії.

У Латвії було виявлено 94 шкідливих види, 15 із яких відмічено вперше [22]. У Чехії та Словаччині найпоширенішими шкідниками є квіткоїд ріпаковий, прихованохоботники, білан капустяний та совка капустяна [22]. У Болгарії, Бельгії, Німеччині, та Франції найбільш шкідливими видами є блішки хрестоцвіті, прихованохоботники, квіткоїд ріпаковий, пильщик ріпаковий, комарик стручковий капустяний та попелиця капустяна [30, 31, 32, 33, 53]. Іспанські ентомологи серед найбільш шкідливих комах на гірчиці відмічають білана капустяного, міль капустяну, клопа гірчиного і пильщика ріпакового [26]. Шпаар Д. [51] вказує на те, що квіткоїд ріпаковий є найнебезпечнішим шкідником усіх олійних капустяних культур в Німеччині, Польщі та Франції. У Норвегії одним з головних шкідників є квіткоїд ріпаковий [23]. У Швейцарії [25] основними шкідниками є квіткоїд ріпаковий, прихованохоботники та блішки хрестоцвіті. В Угорщині найбільш шкідливими є квіткоїд ріпаковий та прихованохоботники [35]. У Польщі найбільших втрат завдають квіткоїд ріпаковий, прихованохоботники, комарик стручковий ріпаковий, блішки хрестоцвіті, муха капустяна весняна та пильщик ріпаковий, а останнім часом на особливу увагу заслуговує міль капустяна та попелиця капустяна [36, 37, 38, 39, 40, 52, 53]. У Молдові посіви гірчиці масово заселяють попелиці: капустяна, баштанна, зелена персикова та велика картопляна [22]. У Румунії рослини гірчиці пошкоджуються світлоногою та чорною блішками, міллю капустяною, совкою капустяною та біланами. Крім того шкоди завдають пильщик ріпаковий, листоїд ріпаковий та листоїд гірчичний, а також прихованохоботник ріпаковий (насінневий) і квіткоїд ріпаковий [22].

Ентомологи США повідомляють про білана гірчиного, котрий у 2006 р. завдав збитків на рівні 200 тис. дол. США, гусениці якого скелетували листки, унаслідок чого врожайність знизилась на понад 50 % [27]. Канада як світовий лідер за площами вирощування гірчиці, щороку має збитки від молі капустяної, гусениці якої, вигризаючи «віконця» в листках, знижують потенційну врожайність гірчиці майже у 2 рази [28, 29, 34].

Висновки

1. З проведеного критичного аналізу наукової літератури можемо побачити, що у всіх країнах де вирощують гірчицю можна спостерігати досить різноманітний видовий склад шкідливих комах.

2. В Україні описано понад 50 видів шкідників. Домінуючими є блішки хрестоцвіті, квіткоїд ріпаковий, клопи хрестоцвіті, прихованохоботник капустяний стебловий, пильщик ріпаковий та попелиця капустяна.

3. У Європі досить різноманітний видовий склад шкідників гірчиці, який налічує біля 100 видів. До найбільш шкідливих видів належать блішки хрестоцвіті, прихованохоботники, квіткоїд ріпаковий, пильщик ріпаковий, комарик стручковий капустяний та попелиця капустяна.

4. У Середній Азії гірчицю пошкоджує понад 80 видів шкідників. Найбільш небезпечними є блішки хрестоцвіті, пильщик ріпаковий, міль капустяна, білан гірчичний, листоїд гірчичний, клопи люцерновий і буряковий.

5. Ентомокомплекс олійних капустяних культур у Китаї нараховує 39 видів фітофагів, а у Монголії – 25 видів.

6. У Північній Америці найбільш економічно значущими видами є білан гірчичний та міль капустяна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Вільна В.В., Станкевич С.В. Хрестоцвіті клопи та ріпаковий квіткоїд – головні шкідники генеративних органів олійних капустяних культур у Східному Лісостепу України. *Вісті Харк. ентомол. т-ва*. 2014. Т. 22. Вып. 1–2. С. 5–11.
2. Євтушенко М.Д., Станкевич С.В., Вільна В.В. Хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд на ріпаку ярому й гірчиці у Східному Лісостепу України: монографія. Харків: Майдан, 2014. 170 с.
3. Євтушенко М.Д., Вільна В.В., Станкевич С. В. Хрестоцвіті клопи на ріпаку ярому й гірчиці у Східному Лісостепу України: монографія. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 184 с.
4. Євтушенко М.Д., Федоренко Н.В., Станкевич С.В. Видовий склад та динаміка чисельності основних шкідників олійно-капустяних культур у Харківській області. *Вісн. Харк. нац. аграр. ун-ту ім. В. В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. 2008. № 8. С. 47–54.
5. Журавський В. С., Секун М. П. Хімічний метод обмеження чисельності основних шкідників ярого ріпаку. *Наук.-техн. бюл. Ін-ту олійних культур УААН*. 2007. Вип. 12. С. 188–192.
6. Журавський В. С., Секун М. П., Скрипник О. В. Інсектициди проти хрестоцвітих блішок на ярому ріпаку. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат. наук. зб.* 2007. Вип. 53. С. 59–63.
7. Кава Л., Станкевич С. Шкідники ріпаку готуються до нового сезону. *Пропозиція*. 2013. № 3 (218). С. 120–122.
8. Колеснік Л. І. Основні шкідники капусти білоголової у східному лісостепу України. Екологія і прогноз розвитку: автореф. дис. канд. біол. наук. Харків, 2007. 20 с.
9. Красиловець Ю. Г. Наукові основи фітосанітарної безпеки польових культур. Харків: Магда LTD, 2010. 416 с.
10. Кришталь О. П. Комахи-шкідники сільськогосподарських рослин в умовах Лісостепу та Полісся України. Київ: Вид. Київ. ун-ту, 1959. 358 с.
11. Круть М. Комплексний захист ріпаку від шкідників. *Пропозиція*. 2003. № 10. С. 70–71.
12. Круть М. На озимому та ярому ріпаку мешкає близько 50 видів шкідників. *Зерно і хліб*. 2011. № 3. С. 60–61.
13. Лаба Ю. Р. Шкідники ріпаку. Видовий склад в умовах центрального та західного Лісостепу України. *Насінництво*. 2009. № 2. С. 11–13.
14. Лаба Ю. Р. Обґрунтування захисту ріпаку від шкідників у Центральному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Київ, 2012. 20 с.
15. Секун М. П. Захист посівів ярого ріпаку від шкідників. *Агроном*. 2009. № 2. С. 80–84.

16. Станкевич С.В., Кава Л.П. Шкідники ріпаків озимого і ярого у східному та центральному Лісостепу України. *Наук. Доп. НУБіП України*. 2014. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_4_11.pdf
17. Станкевич С.В., Кава Л.П. Видовий склад шкідників ріпаків озимого і ярого у Східному Лісостепу України. *Наук. огляд*. 2014. Т. 8. Вип. 9. С. 79–86.
18. Яковлев Р. В. Особливості формування структури ентомофауни агроценозу гірчиці у Південно-Східному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин: міжвід. темат.зб.* 2008. Вип. 54. С. 376–380.
19. Яковлев Р. В. Шкідливість фітофагів на посівах гірчиці в умовах Лісостепу України. *Зб. тез міжнар. конф. «Сучасні наукові проблеми створення сортів та гібридів олійних культур та технології їх вирощування»*. Запоріжжя: Диво, 2009. С. 89–90.
20. Яковлев Р. В., Рубан М. Б. Основні фітофаги гірчиці та їх шкідливість у Лісостепу України. *Наук. вісник НУБіП України*. 2010. Вип. 145. С. 154–161.
21. Яковлев Р. В. Ентомокомплекс гірчицевого агроценозу та заходи регулювання його чисельності в Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук. Київ, 2012. 20 с.
22. Яковлев Р.В. Ентомокомплекс гірчицевого агроценозу: монографія. Київ: Компринт, 2016. 192 с.
23. Andersen A. Kjos Ø., Nordhus E., Johansen N. S. Resistens mot pyretroider hos rapsglansbille – hva nå?. *Plantemotet*. 2008. № 3 (1). S. 94–95.
24. Buchs W. Tierische schädlinge und ihre Antagonisten in Rapskulturen. [Arbeiten Zu Biologie, Epidemiologie, natürlicher Regulation und chemischer Bekämpfung in der 100-Jährigen Geschichte der Biologischen Bundesanstalt für Land – und Forstwirtschaft]. *Mitt. Biol. Bundesanst.* 1998. № 340. P. 86–106.
25. Carrel K., Schmid J. E., Stamp P. Bedeutung gentechnisch veränderter Krankheits- und schädlingsresistenter Kulturpflanzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Zürich: Institut für Pflanzenwissenschaften Bereich Ackerbau, 1995. 95 s.
26. Castro A. R. „Oruga“ o „coquillo“ de la alfalfa (*Colaspidea atrum*.) *Estacion de fitopatologia agricola de Almeria*. 1934. P. 259.
27. Evenden M. L., Keddie B. A. L. Body size, age, and disease influence female reproductive performance in *Synchlora daplidice* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Annals of the Entomological Society of America*. 2006. № 5. P. 837–844.
28. Harcourt D. G. Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in eastern Ontario. II. Life-history, behaviour, and host relationship. *The Canadian Entomologist*. 1957. № 12. P. 554–564.
29. Hillyer R. J., Thorsteinson A. J. The influence of the host plant or males on ovarian development or oviposition in the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.). *Canadian Journal of Zoology*. 1969. № 47. P. 805–816.
30. Hoffman G. M., Schmutterer H. Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1983. 488 s.
31. Johnen A. Der Rapsdelflo ist wieder ein Thema! *Raps*. 2006. № 1. S. 10–15.
32. Johnen A., Klingenhausen G. Schädlingsskontrolle im Raps. Bekämpfungsstrategien und Entscheidungshilfen. *Raps*. 2006. № 1. S. 18–23.
33. Knoll D. Pflanzenschutz im Raps Erfahrungen und Empfehlungen aus schleswig-holsteinischer Sicht. *Raps*. 1997. № 1. S. 36–38.
34. Löhr B., Gathu R. Evidence of adaptation of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), to pea, *Pisum sativum* L. *Insect Science and its Application*. 2002. № 22. P. 161–174.
35. Marczali Z. A termesztett keresztesvirágú növényeken élő Meligethes és Ceutorhynchus fajok elterjedése és ökológiája: doktori (phd) értekezés. Marczali – keszthely, 2006. 129 s.
36. Mrówczyński M. Uszkodzenie typów i odmian rzepaku ozimego przez szkodniki. Część III. *Szkodniki kwiatostanów i łuszczyn. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin*. 1992. № 34 (1/2). S. 45–62.
37. Mrówczyński M. Studium nad doskonaleniem ochrony rzepaku ozimego przed szkodnikami. *Rozpr. Nauk. Inst. Ochr. Roślin*. 2003. № 10. 61 s.
38. Mrówczyński M., Praczyk, H., Wachowiak, M., Korbas, R., Gwiazdowski. Integrovaná ochrana řepky před škůdci, chorobami a plevely v Polsku. *Sborník konference s mezinárodní účastí «Řepka, mák, hořčice 2006»*. Praha, 2006. S. 103–116.
39. Mrówczyński M., Pruszyński G., Wachowiak H., Bereś P. Nowe zagrożenia upraw rolniczych przez szkodniki ze szczególnym uwzględnieniem kukurydzy. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin*. 2007. № 47 (1). S. 323–330.
40. Mrówczyński M., Pruszyński G. Metodyka integrowanej produkcji rzepaku ozimego i jarego. Warszawa, 2007. 96 s.
41. Plagas del campo. Memoria del Servicio fitopatológico Agrícola. Ministerio de agricultura. Madrid, 1933. 250p.
42. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. Integrated pest management of flea beetles (*Phyllotreta* spp.) in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(3), 198–207. DOI: 10.15421/2019_730
43. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. Efficiency of chemical protection of spring rape and mustard from rape blossom beetle. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2019. 9(4), 584–598. DOI: 10.15421/2019_794
44. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Zabrodina, I.V. et al. Pests of oil producing cabbage crops in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2020. 10(5), 223–232. DOI: 10.15421/2020_234
45. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Zabrodina I.V. et al. Species ratio in the complex of the cruciferous bugs and seasonal dynamics of the population number. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. 10 (6), 243–248. DOI: 10.15421/2020_289
46. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. Species ratio in the complex of the cruciferous bugs and seasonal dynamics of the population number. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. 11 (1), 38–45. DOI: 10.15421/2021_6
47. Stankevych, S.V., Vilna, V.V., Zabrodina, I.V. et al. Harmfulness of cruciferous bugs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. 11(2), 417–428. DOI: 10.15421/2021_131
48. Stankevych, S.V., Vilna, V.V., Zabrodina, I.V. et al. Efficiency of chemical protection of spring rape and mustard from cruciferous bugs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021. 11 (3), 52–59. DOI: 10.15421/2021_141

49. Stankevych S., Zabrodina I., Filatov M. et al. Flea beetles (*Phyllotreta spp.*): species composition, range, bioecological features, harmfulness and protection measures. Review. *Ukrainian journal of ecology*. 2021. 2021. 11 (7) P. 154–168. DOI: 10.15421/2021_253
50. Stankevych S., Zabrodina I., Yushchuk D. et al. Eurydema bugs: Review of distribution, ecology, harmfulness, and control. *Ukrainian journal of ecology*. 2021. 11 (9) P. 131–149. DOI: 10.15421/2021_307
51. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Vilna V.V. Dominant pests of spring rape and mustard in the eastern Forest-Steppe of Ukraine and ecologic protection from them: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 140 p.
52. Vilinskiy T. V. Zasady jarnego osetro vania repky ozimnej. *Poda Uroda*, 1974. R. 21. № 1. S. 16–18.
53. Volker H. P. Raps. Krankheiten, Schädlinge, Schadpflänen. Gelsenkirchen-Buer: Verlag Th. Mann, 2003. 200 s.
54. Walkowski T. Rzepak jary. Poznan, 2002. 67 p.
1. Vilna V.V., Stankevych S.V. (2014) Khrestotsviti klopky ta ripakovy kvitkoid – holovni shkidnyky heneratyvnykh orhaniv oliynykh kapustianych kultur u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Cruciferous bugs and rapeseed flower eater are the main pests of generative organs of oilseed rape crops in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Visti Khark. entomol. t-va*. T. 22. Vyp. 1–2. S. 5–11. [in Ukrainian].
2. Yevtushenko M.D., Stankevych S.V., Vilna V.V. (2014). Khrestotsviti blishky, ripakovy kvitkoid na ripaku yaromu y harchytsi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Cruciferous fleas, rapeseed flower eater on spring rape and mustard in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph]. Kharkiv: Maidan [in Ukrainian].
3. Yevtushenko M.D., Vilna V.V., Stankevych S. V. (2016). Khrestotsviti klopky na ripaku yaromu y harchytsi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Cruciferous bugs on spring rape and mustard in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph]. Kharkiv: FOP Brovin O.V. 184 s. [in Ukrainian].
4. Yevtushenko M.D., Fedorenko N.V., Stankevych S.V. (2008). Vydovysklad ta dynamika chyselnosti osnovnykh shkidnykiv oliino-kapustianych kultur u Kharkivskii oblasti [Species composition and dynamics of the number of the main pests of oilseed and cabbage crops in the Kharkiv region]. *Visn. Khark. nats. ahrar. un-tu im. V. V. Dokuchaieva. Serii «Entomolohiia ta fitopatolohiia»*. № 8. S. 47–54. [in Ukrainian].
5. Zhuravskiy V. S., Sekun M. P. (2007). Khimichnyi metod obmezhenia chyselnosti osnovnykh shkidnykiv yarocho ripaku [Chemical method of limiting the number of major pests of spring rape]. *Nauk.-tekhn. biul. In-tu oliynykh kultur UAAN*. 2007. Vyp. 12. S. 188–192. [in Ukrainian].
6. Zhuravskiy V. S., Sekun M. P., Skrypnyk O. V. (2007). Insektitsydy proty khrestotsvitykh blishok na yaromu ripaku [Insecticides against cruciferous fleas on spring rape]. *Zakhyst i karantyn roslyn: mizhvid. temat. nauk. zb. Vyp. 53*. S. 59–63. [in Ukrainian].
7. Kava L., Stankevych S. (2013). Shkidnyky ripaku hotu- iutsia do novoho sezonu [Pests of rapeseed are preparing for the new season]. *Propozytsiia*. № 3 (218). S. 120–122. [in Ukrainian].
8. Kolesnik L. I. (2007). Osnovni shkidnyky kapusty bilohol- ovoi u skhidnomu lisostepu Ukrainy. Ekolohiia i prohn- oz rozvytku: avtoref. dys. kand. biol. Nauk [The main pests of white cabbage in the eastern forest-steppe of Ukraine. Ecology and development forecast: author's abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences]. Kharkiv [in Ukrainian].
9. Krasyllovets Yu. H. (2010). Naukovi osnovy fitosanitar- noi bezpeky polovykh kultur [cientific foundations of phytosanitary safety of field crops]. Kharkiv: Mahda LTD [in Ukrainian].
10. Kryshchal O. P. (1959). Komakhy-shkidnyky silskohosp- odarskykh roslyn v umovakh Lisostepu ta Polissia Ukrainy [Insect pests of agricultural plants in the con- ditions of the Forest-Steppe and Polissya of Ukraine]. Kyiv: Vyd. Kyiv. un-tu [in Ukrainian].
11. Krut M. (2003). Kompleksnyi zachyst ripaku vid shkid- nykiv [Comprehensive protection of rapeseed from pests]. *Propozytsiia*. № 10. S. 70–71. [in Ukrainian].
12. Krut M. (2011). Na ozymomu ta yaromu ripaku mesh- kaie blyzko 50 vydiv shkidnykiv [About 50 species of pests live on winter and spring rapeseed]. *Zerno i khlib*. № 3. S. 60–61. [in Ukrainian].
13. Laba Yu. R. (2009). Shkidnyky ripaku. Vydovyi sklad v umovakh tsentralnoho ta zachidnoho Lisostepu Ukrainy [Pests of rapeseed. Species composition in the conditions of the central and western forest-steppe of Ukraine]. *Nasinnystvo*. № 2. S. 11–13. [in Ukrainian].
14. Laba Yu R. (2012). Obgruntuvannia zachystu ripaku vid shkidnykiv u Tsentralnomu Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk [Justification of protection of rapeseed from pests in the Central Forest-Steppe of Ukraine: author's abstract of the dissertation of the candi- date of agricultural sciences]. Kyiv [in Ukrainian].
15. Sekun M. P. (2009). Zachyst posviv yarocho ripaku vid shkidnykiv [rotection of spring rapeseed crops from pests]. *Ahronom*. № 2. S. 80–84. [in Ukrainian].
16. Stankevych S.V., Kava L.P. (2014). Shkidnyky ripa- kiv ozymoho i yarocho u skhidnomu ta tsentralnomu Lisostepu Ukrainy [Pests of winter and spring rapeseed in the eastern and central forest-steppe of Ukraine]. *Nauk. Dop. NUBiP Ukrainy*. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_4_11.pdf [in Ukrainian].
17. Stankevych S.V., Kava L.P. (2014). Vydovyi sklad shkid- nykiv ripakiv ozymoho i yarocho u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Species composition of winter and spring rape- seed pests in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Nauk. ohliad*. T. 8. Vyp. 9. S. 79–86. [in Ukrainian].
18. Yakovliev R. V. (2008). Osoblyvosti formuvannia struk- tury entomofauny ahrotsenozu harchytsi u Pivdenno- Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of the formation of the structure of the entomofauna of the mustard agroecosystem in the South-Eastern Forest- Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn: mizhvid. temat.zb. Vyp. 54*. S. 376–380. [in Ukrainian].
19. Yakovliev R. V. (2009). Shkidlyvist fitofahiv na posivakh harchytsi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Harmfulness of phytophages on mustard crops in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Zb. tez mizhnar. konf. «Suchasni naukovi problemy stvorennia sortiv ta hibry- div oliynykh kultur ta tekhnolohii yikh vyroshchuvannia»*. Zaporizhzhia: Dyvo. S. 89–90. [in Ukrainian].
20. Yakovliev R. V., Ruban M. B. (2010). Osnovni fitofahy harchytsi ta yikh shkidlyvist u Lisostepu Ukrainy [Main

- phytophages of mustard and their harmfulness in the forest-steppe of Ukraine]. *Nauk. visnyk NUBiP Ukrainy*. Vyp. 145. S. 154–161. [in Ukrainian].
21. Yakovliev R. V. (2012). Entomokompleks hirychnoho ahrotsenozu ta zakhody rehuliuвання yoho chyselnosti v Lisostepu Ukrainy: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk [Entomocomplex of mustard agroecosystem and measures to regulate its number in the forest-steppe of Ukraine: author's abstract of the dissertation of the candidate of agricultural sciences]. Kyiv [in Ukrainian].
 22. Yakovliev R.V. (2016). Entomokompleks hirychnoho ahrotsenozu: monografia [Entomocomplex of mustard agroecosystem: monograph]. Kyiv: Kompyrnt [in Ukrainian].
 23. Andersen A. Kjos Ø., Nordhus E., Johansen N. S. (2008). Resistens mot pyretroider hos rapsglansbille – hva nå?. *Plantemotef*. № 3 (1). S. 94–95.
 24. Buchs W. (1998). Tierische schädlinge und ihre Antagonisten in Rapskulturen. [Arbeiten Zu Biologie, Epidemiologie, natürlicher Regulation und chemischer Bekämpfung in der 100-Jährigen Geschichte der Biologischen Bundesanstalt für Land – und Forstwirtschaft]. *Mitt. Biol. Bundesanst.* № 340. P. 86–106.
 25. Carrel K., Schmid J. E., Stamp P. (1995). Bedeutung gentechnisch veränderter Krankheits- und schädlingsresistenter Kulturpflanzen für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Zürich: Institut für Pflanzenwissenschaften Bereich Ackerbau. 95 s.
 26. Castro A. R. (1934). „Oruga“ o „coquillo“ de la alfalfa (*Colaspidea atrum*.) *Estacion de fitopatologia agricola de Almeria*. P. 259.
 27. Evenden M. L., Keddle B. A. L. (2006). Body size, age, and disease influence female reproductive performance in *Synchlora daplidice* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Annals of the Entomological Society of America*. № 5. P. 837–844.
 28. Harcourt D. G. (1957). Biology of the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae), in eastern Ontario. II. Life-history, behaviour, and host relationship. *The Canadian Entomologist*. № 12. P. 554–564.
 29. Hillyer R. J., Thorsteinson A. J. (1969). The influence of the host plant or males on ovarian development or oviposition in the diamondback moth, *Plutella maculipennis* (Curt.). *Canadian Journal of Zoology*. № 47. P. 805–816.
 30. Hoffman G. M., Schmutterer H. (1983). Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 488 s.
 31. Johnen A. (2006). Der Rapsdflöhe ist wieder ein Thema! *Raps*. № 1. S. 10–15.
 32. Johnen A. (2006). Klingenhausen G. Schädlingsskontrolle im Raps. Bekämpfungsstrategien und Entscheidungshilfen. *Raps*. № 1. S. 18–23.
 33. Knoll D. (1997). Pflanzenschutz im Raps Erfahrungen und Empfehlungen aus schleswig-holsteinischer Sicht. *Raps*. № 1. S. 36–38.
 34. Löhr B., Gathu R. (2002). Evidence of adaptation of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), to pea, *Pisum sativum* L. *Insect Science and its Application*. № 22. P. 161–174.
 35. Marczał Z. (2006). A termesztett keresztesvirágú növényeken élő Meligethes és Ceutorhynchus fajok elterjedése és ökológiája: doktori (phd) értekezés. Marczał – keszthely. 129 s.
 36. Mrówczyński M. (1992). Uszkodzenie typów i odmian rzepaku ozimego przez szkodniki. Część III. *Szkodniki kwiatostanów i łuszczyń. Prace Nauk. Inst. Ochr. Roślin*. № 34 (1/2). S. 45–62.
 37. Mrówczyński M. (2003). Studium nad doskonaleniem ochrony rzepaku ozimego przed szkodnikami *Rozpr. Nauk. Inst. Ochr. Roślin*. № 10. 61 s.
 38. Mrówczyński M., Praczyk V., Wachowiak H., Korbas M., Gwiazdowski R. (2006). Integrovaná ochrana řepky před škůdci, chorobami a pleveľ v Polsku. *Sborník konference s mezinárodní účastí «Řepka, mák, hořčice 2006»*. Praha, S. 103–116.
 39. Mrówczyński M., Pruszyński G., Wachowiak H., Beres P. (2007). Nowe zagrożenia upraw rolniczych przez szkodniki ze szczególnym uwzględnieniem kukurydzy. *Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin*. № 47 (1). S. 323–330.
 40. Mrówczyński M., Pruszyński G. (2007). Metodyka integrowanej produkcji rzepaku ozimego i jarego. Warszawa, 96 s.
 41. Plagas del campo (1933). Memoria del Servicio fitopatológico Agrícola. Ministerio de agricultura. Madrid. 250p.
 42. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. (2019). Integrated pest management of flea beetles (*Phyllotreta spp.*) in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 198–207. DOI: 10.15421/2019_730
 43. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. (2019). Efficiency of chemical protection of spring rape and mustard from rape blossom beetle. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(4), 584–598. DOI: 10.15421/2019_794
 44. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Zabrodina, I.V. et al. (2020). Pests of oil producing cabbage crops in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(5), 223–232. DOI: 10.15421/2020_234
 45. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Zabrodina I.V. et al. (2021). Species ratio in the complex of the cruciferous bugs and seasonal dynamics of the population number. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (6), 243–248. DOI: 10.15421/2020_289
 46. Stankevych, S.V., Yevtushenko, M.D., Vilna, V.V. et al. (2021). Species ratio in the complex of the cruciferous bugs and seasonal dynamics of the population number. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (1), 38–45. DOI: 10.15421/2021_6
 47. Stankevych, S.V., Vilna, V.V., Zabrodina, I.V. et al. (2021). Harmfulness of cruciferous bugs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 417–428. DOI: 10.15421/2021_131
 48. Stankevych, S.V., Vilna, V.V., Zabrodina, I.V. et al. (2021). Efficiency of chemical protection of spring rape and mustard from cruciferous bugs. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (3), 52–59. DOI: 10.15421/2021_141
 49. Stankevych S., Zabrodina I., Filatov M. et al. (2021). Flea beetles (*Phyllotreta spp.*): species composition, range, bioecological features, harmfulness and protection measures. Review. *Ukrainian journal of ecology*. 11 (7) P. 154–168. DOI: 10.15421/2021_253
 50. Stankevych S., Zabrodina I., Yushchuk D. et al. (2021). Eurydema bugs: Review of distribution, ecology, harmfulness, and control. *Ukrainian journal of ecology*. 11 (9) P. 131–149. DOI: 10.15421/2021_307

51. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Vilna V.V. (2020). Dominant pests of spring rape and mustard in the eastern Forest-Steppe of Ukraine and ecologic protection from them: monograph. Kharkiv: Publishing House I. Ivanchenko. 140 p.
52. Vilinskiy T. V. (1974). Zasady jarnneho osetro vania repky Ozimnej. *Poda Uroda*, R. 21. № 1. S. 16–18.
53. Volker H. P. (2003). Raps. Krankheiten, Schädlinge, Schadpflanyen. Gelsenkirchen-Buer: Verlag Th. Mann, 200 s.
54. Walkowski T. (2002). Rzepak jary. Poznan, 67 p.

Ратушний Є.В., Станкевич С.В., Забродіна І.В., Меленті В.О., Немерицька Л.В. Шкідники гірчиці в Україні та світі: розширений огляд

Гірчиця має велике народногосподарське значення як олійна культура. У світі вирощують чотири види гірчиці: білу, або англійську, сизу, або сарептську, чорну, або французьку та абіссінську, або крамбе. Світові площі зайняті гірчицею становлять близько 3,0 млн га. Життєдіяльність шкідливого ентомокомплексу гірчиці знижує потенційний урожай на 30–40 % і більше. Мета статті – провести критичний аналіз вітчизняних та закордонних наукових літературних джерел, щодо шкідливої ентомофауни гірчицних агроценозів. З метою встановлення домінуючих видів шкідників гірчиці, які можуть мати економічне значення авторами було проаналізовано понад 50 вітчизняних та закордонних літературних джерел щодо структури ентомокомплексу олійних капустияних агроценозів. З проведеного критичного аналізу наукової літератури можемо побачити, що у всіх країнах де вирощують гірчицю можна спостерігати досить різноманітний видовий склад шкідливих комах. В Україні описано понад 50 видів шкідників. Домінуючими є блішки хрестоцвіті, квіткоїд ріпаковий, клопи хрестоцвіті, прихованохоботник капустияний стебловий, пильщик ріпаковий та попелиця капустияна. У Європі досить різноманітний видовий склад шкідників гірчиці. У Європі досить різноманітний видовий склад шкідників гірчиці, який налічує біля 100 видів. До найбільш шкідливих видів належать блішки хрестоцвіті, прихованохоботники, квіткоїд ріпаковий, У Середній Азії гірчицю пошкоджує понад 80 видів шкідників. Найбільш небезпечними є блішки хрестоцвіті, пильщик ріпаковий, міль капустияна, білан гірчицний, листоїд гірчицний, клопи люцерновий і буряковий.

Ентомокомплекс олійних капустияних культур у Китаї нараховує 39 видів фітофагів, а у Монголії – 25 видів. У Північні Америці найбільш економічно значущими видами є білан гірчицний та міль капустияна.

Ключові слова: гірчиця, ентомофауна, шкідники, фітофаги, ареал.

Ratushnyi Ye.V., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Melenti V.O., Nemerytska L.V. Mustard pests in Ukraine and the world: an extended overview

Mustard is of great economic importance as an oil-seed crop. Four types of mustard are grown in the world: white, or English, gray, or Sarepta, black, or French, and Abyssinian, or Krambé. The world area occupied by mustard is about 3.0 million hectares. The vital activity of the harmful mustard entomological complex reduces the potential yield by 30–40% or more. The purpose of the article is to conduct a critical analysis of domestic and foreign scientific literature sources on the harmful entomofauna of mustard agrocenoses. In order to establish the dominant species of mustard pests that may have economic significance, the authors analyzed more than 50 domestic and foreign literary sources on the structure of the entomocomplex of oilseed cabbage agrocenoses. From the conducted critical analysis of scientific literature, we can see that in all countries where mustard is grown, a fairly diverse species composition of harmful insects can be observed. More than 50 species of pests have been described in Ukraine. The dominant ones are cruciferous fleas, rapeseed mealybugs, cruciferous bugs, cabbage stem cryptic beetles, rapeseed sawfly and cabbage aphids. In Europe, the species composition of mustard pests is quite diverse, numbering about 100 species. The most harmful species include cruciferous fleas, cryptic beetles, rapeseed mealybugs. In Central Asia, mustard is damaged by more than 80 species of pests. The most dangerous are cruciferous fleas, rapeseed sawfly, cabbage moth, mustard whitefly, mustard leafhopper, alfalfa and beet bugs. The entomological complex of oilseed rape crops in China includes 39 species of phytophagous insects, and in Mongolia – 25 species. In North America, the most economically important species are the mustard whitefly and the cabbage moth.

Key words: mustard, entomofauna, pests, phytophagous, range.

INTRODUCTION AND USE OF *MONARDA FISTULOSA* L. IN THE WORLD AND IN UKRAINE

SVYDENKO S.V. – postgraduate Student,

orcid.org/0009-0004-8084-8825

Institute of Climate Smart Agriculture

of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

VALENTIUK N.O. – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,

orcid.org/0000-0003-4763-3019

Institute of Climate Smart Agriculture

of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Problem setting. Essential oil plants occupy a narrow segment among agricultural crops in terms of the area occupied by them and the volume of raw material production, however, they are of great value for a number of industries. Thanks to the essential oil contained in them, these plants have multifunctional use in medicine, the food industry, perfumery, cosmetics, in jewelry and decorations, in agriculture and beekeeping [1, 2]. The perfume industry alone uses 30% of the world's cultivation of essential oil plants. Although a significant part of essential oil raw materials is replaced by products of chemical synthesis and is cheaper, it is less valued compared to natural raw materials [3].

Herbal medicines made from plant-based raw materials currently create a market worth \$60 billion. They are widely used in Germany, France, the USA, Italy, and India [4]. The world's largest producers of essential oils are China and India. On the African continent, the leaders in essential oil production are Morocco, Tunisia, Egypt, and Algeria. In North America, the largest producers are the USA, Canada, and Mexico [5].

Today, the need for essential oil products in Ukraine is met mainly through imports. The rapid growth of the food, perfumery, cosmetic, pharmaceutical and medical industries require a sharp increase in the production of phytoraw materials, the bulk of which has long been supplied across the border, while medicinal and essential oil raw materials are widely used in Ukraine. 45% of domestic medicines are made from plant raw materials by many companies and enterprises in Ukraine [6]. Today, the need for essential oil products in Ukraine is met mainly through imports. The rapid pace of development of the food, perfumery and cosmetic, pharmaceutical and medical industries requires a significant increase in the production of phytoraw materials. 45% of domestic medicines are produced from plant raw materials by many companies and enterprises of Ukraine [6].

Cultivation of plants with significant biological and economic potential in new growing conditions contributes to the expansion of the range of medicinal, spicy, aromatic and essential oil species [7]. The introduction of promising species suitable for cultivation in Ukraine will reduce the volume of imported products. The significant interest of agricultural producers in the cultivation of essential oil crops is due to the economic feasibility of their production [4]. *Monarda fistulosa* L. is quite valuable in this regard.

Purpose. The purpose of the work was to review and summarize the scientific achievements of domestic and foreign researchers regarding the morphobiological characteristics, economic importance, and cultivation technology of *Monarda fistulosa* L.

Analysis of recent research and publications. The *Lamiaceae* family is the richest in aromatic plants and includes up to 210 genera and over 3,500 species. One of the promising aromatic plants of this family are species of the genus *Monarda* L. [8]. The homeland of monarda is North America. The plant was brought to Spain by Columbus, after the discovery of the continent. And three centuries later it was included by Carl Linnaeus in the classification ("Plant Species" 1753). The genus was named after the Spanish physician and botanist Nicolás Batista Monardes, who first described the plant [9].

According to various authors, the genus *Monarda* L. has from 16 to 100 species [10, 11], distributed in natural conditions only in North America. Among them are annual and perennial species. In the wild, plants grow in dry areas, on mountain slopes, and moisture-loving species occupy wet meadows and forest glades. Among the many species, the following are well known: *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda bradburiana* L.C. Beck., *Monarda citriodora* Cerv.ex Lag, *Monarda clinopodia* L., *Monarda punctata* L. and others. According to domestic and foreign authors, the most common are three species that are grown in different climatic zones: *M. fistulosa*, *M. citriodora* and *M. didyma*. *M. fistulosa* and *M. didyma* are perennial herbaceous plants that are common in the lower 48 states of the USA and occur in the regions of Mexico and Canada adjacent to the USA. *M. citriodora* is an annual plant that is common in northern Mexico and in the southern states of the USA [9, 12].

Morphobiological features.

M. fistulosa is a perennial herbaceous plant of the *Lamiaceae* family. The height of the plants varies from 60 to 120 cm depending on the variety and year of development (Fig. 1).

During the first year, the plant forms one well-leafed stem. In winter, the above-ground organs of the monarda die off. In the spring of the second year of life, from 2 to 6 new shoots grow from the renewal buds. During the third year of life, the plants reach 70-80 cm in diameter. They have 13-18 flowering shoots. The stems are straight and



Fig. 1. Appearance of *M. fistulosa* plants in the flowering phase: a – variety Premiere, b – variety Fortuna

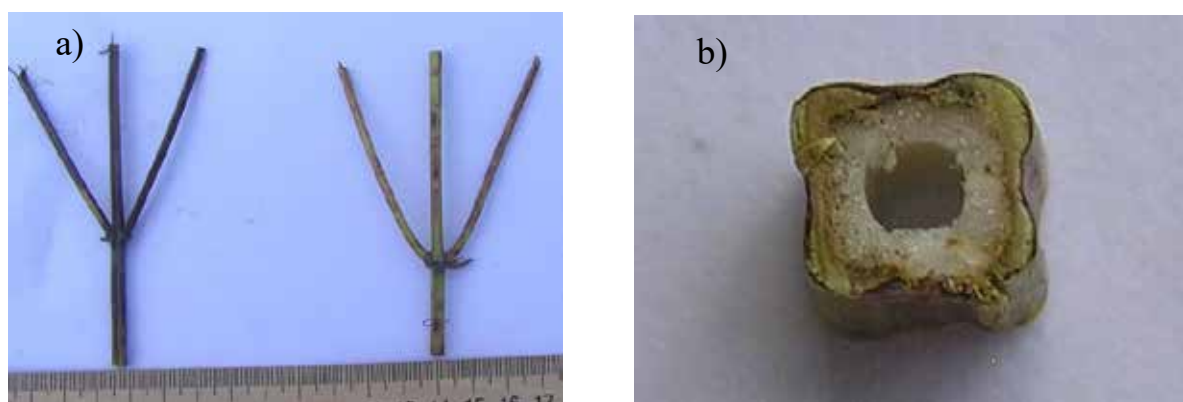


Fig. 2. Stem of *M. fistulosa*: a – external view of the stem with shoots; b – cross-section of the stem

tetrahedral (Fig. 2). The stems in cross section have 4 ribs and notched or flattened intercostal areas. In the lower part of the stems, the ribs gradually smooth out and become almost rounded. The core of the stem is wide, usually destroyed in the central part.

Up to 35 first-order shoots are formed on the stems, the length of which reaches 20-30 cm. These shoots have a noticeable light or partial anthocyanin color.

The leaves are simple, slightly corrugated, serrate, light green, pubescent, up to 7.5 cm long (Fig. 3). When they are enlarged, trichomes are clearly visible on the upper and lower epidermis of the leaf blade, represented by simple unicellular or multicellular hairs and densely located essential oily peltate glandules, which are immersed in the mesophyll of the leaf. Each gland has a head, which consists of 14-18 narrow cells, arranged radially (Fig. 4).

The flowers are small, collected in axillary false rings, which are located at the ends of the main and lateral shoots. The corolla is lilac-violet in color (Fig. 5).

The flower petals are covered with capitate elongated hairs that contain essential oil and essential oil glands. The calyx of each flower forms a narrow green, toothed tube 1.0-1.5 cm long. Essential oil glands and short simple hairs are located on it. The teeth of the calyx are densely covered with trichomes: simple short unicellular hairs, less

often very long, as well as multicellular living ones with thin cellulose membranes (Fig. 6).

Glandular hairs have a 2-3-celled cylindrical stem, a neck and a rounded unicellular head with a dark secret. The essential oil glands of the tube are not immersed in a layer of cells, but sit on a raised multicellular rosette.

The diameter of the inflorescence (Fig. 7) of the *Monarda* varies from 6.0 to 7.5 cm.

The fruits are small brown nutlet (Fig. 8, 9).

In the second and subsequent years, the plants develop a powerful, branched rhizome.

Vegetation begins in mid-March – early April, depending on the weather conditions of the year. The most active growth is observed in late May-June. During mass flowering, it practically stops. Budding occurs in the second decade of June. Flowering begins in the third decade of June. Mass flowering occurs in the first or second decade of July, fruiting occurs in August. The essential oil raw material of *monarda* is the above-ground part, collected in the flowering phase. The essential oil is localized in the essential oily glandule, which, especially in large quantities, are found on the surface of a sheet plate (Fig. 10), the calyx of the flower and the petals.

Features of biochemical composition. *Monarda* is a plant newly introduced into crop cultivation and is



Fig. 3. Leaves of *M. fistulosa*

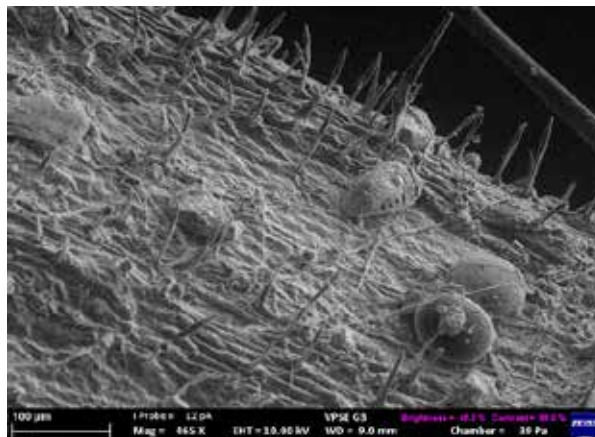


Fig. 4. Scanning electron microscopy of a sheet plate surface of *M. fistulosa*



Fig. 5. Flower of *M. fistulosa*



Fig. 6. Scanning electron microscopy of *M. fistulosa* flower calyx

considered promising for study and practical use by scientists from many countries. In terms of its bactericidal properties, it ranks first among essential oil plants. Interest in this plant is growing due to the content of essential oil in it, the mass fraction of which ranges from 0.5 to 2.8% in terms of absolutely dry raw materials [13]. To date, more than 40 components have been identified that are part of its composition. The main ones are thymol (from 1.4 to 56.3%) and carvacrol, as well as 1,8-cineole, geraniol, terpinene, limonene, linalool, myrcene and other components [14].

In the essential oil of *Monarda fistulosa*, grown in the experimental farm "Novokakhovske", 20 components have been identified. The dominant component of the oil is thymol, the mass fraction of which varies from 46.44 to 81.18%. In addition to phenols, the composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* also includes mono- and bicyclic terpenes, acyclic terpenes and their oxygen derivatives.

Studying the content and composition of essential oil in three species of *Monarda*, including *M. fistulosa*, which grow in southern Alabama, scientists found that the content and its component composition are not the same and depend on the place of cultivation. They isolated many chemotypes. However, in all isolated samples, the phenolic monoterpenoids thymol or carvacrol mainly dominate [15].

According to scientists from the Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy (Chisinau, Moldova), the ratio of components and the yield of essential oil from different parts of *M. fistulosa* plants can vary depending on both geographical origin and genotype. They found that the maximum content of essential oil is in the leaves and inflorescences, and the lowest in the stems. As a result of multiple analyses, they identified a genotype characterized by an increased content of active substances [16].

In addition to essential oil, the above-ground part of *M. fistulosa* contains vitamins C, B₁, B₂, anthocyanins, flavonoids, and other biologically active substances [17, 18]. Thus, Shanaida M.I.'s studies established that *M. fistulosa* contains 0.07% rutin, 0.05% hyperoside, 1.89% luteolin-7-O-glucoside, 0.18% apigenin-7-O-glucoside, 0.31% acacetin-7-O-glucoside, 0.28% luteolin, and 0.14% apigenin.

18 free sugars (rhamnose, arabinose, fucose, mannose, glucose, galactose, fructose, sucrose, and others) were found in *M. fistulosa* herb. The dominant component is fructose [19].

The above-ground part of the genus *Monarda* plants contains micro- and macroelements that play an extremely

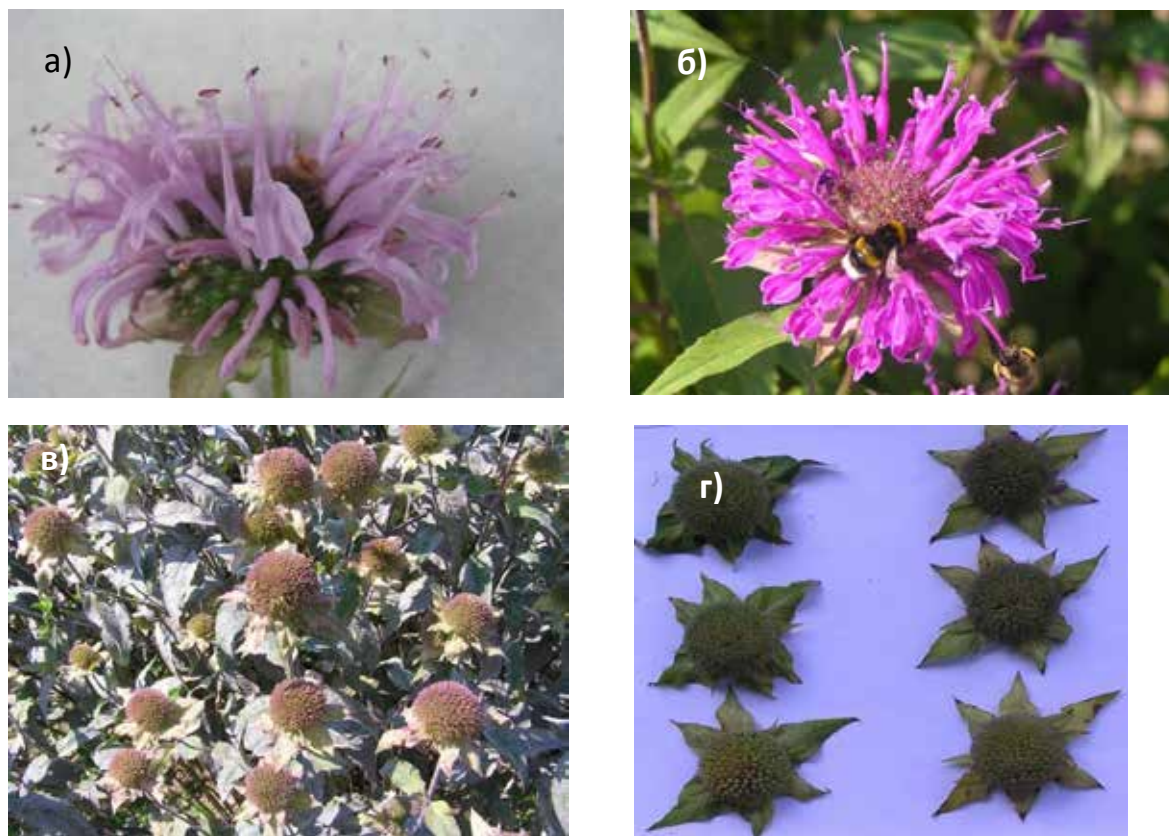


Fig. 7. Inflorescences of *M. fistulosa*: a – variety *Premiere*, b – variety *Fortuna*, c, d – end of flowering-beginning of fruiting



Fig. 8. Fruit of *M. fistulosa*

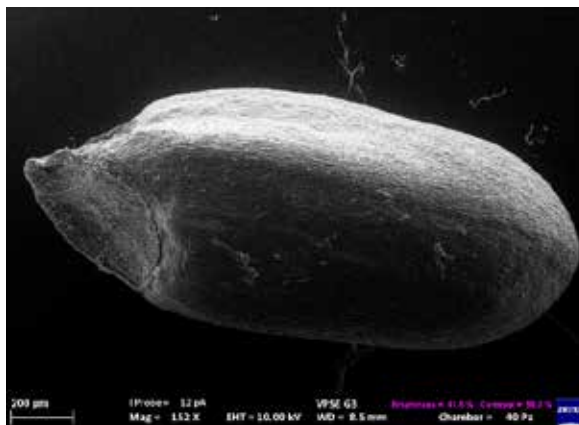


Fig. 9. Scanning electron microscopy of *M. fistulosa* seed

important role in human life. They are necessary for the normal course of many biochemical reactions in the body, contribute to the synthesis of hormones and enzymes. Scientists of the National Botanical Garden named after M.M. Grishko determined the elemental composition of the above-ground phytomass of plants of the genus *Monarda*. It revealed a fairly large number of elements important in plant life (K, Fe, Cu, Zn, Mn). The first place in the species of the genus *Monarda* among the valuable elements in terms of content belongs to potassium. Potentially harmful elements Sr, Zr are within the permissible norms [18].

Among the 42 species of plants grown in Western India and whose flowers are used for food, *M. fistulosa* ranks first in terms of phosphorus content in flowers (912 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) and fourth in terms of calcium content (1760 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) [20].

Economic importance. Due to the peculiarities of the composition of the above-ground part, plants of the genus *Monarda* have a wide range of uses.

Use in medicine. Since ancient times, species of the genus *Monarda*, and especially *M. fistulosa*, have been used by Native Americans (Indian tribes) as medicinal plants for cuts, burns, and colds [15]. Having a high

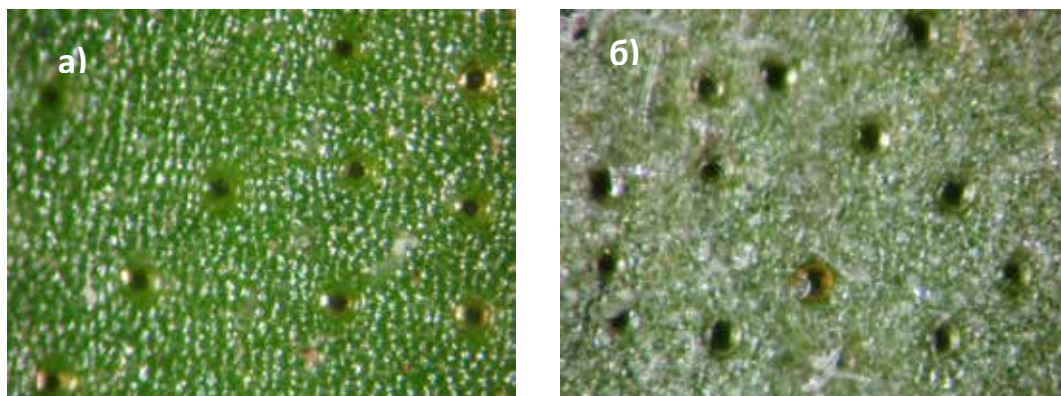


Fig. 10. Essential oily glandula on a surface of a sheet plate *Monarda fistulosa* of a variety a *Premiere*: a – upper party, at increase 1,5× 53,0 4.0 -44,78; b – underside, at increase 1,5× 53,0 4.0 -45,18

biological activity, which is higher than lavender, eucalyptus, mint, thyme, and others, the essential oil of monarda has found its application in medicine for the prevention of many diseases [21]. Due to the wide pharmacological spectrum of action of monarda, it is used for inhalations for infectious diseases of the upper respiratory tract and lungs [22].

Monarda extracts and essential oil have high bactericidal, antiviral, antifungal, antimycoplasma and anthelmintic activity, antioxidant, radioprotective, antisclerotic, desensitizing, anti-cancer, anti-inflammatory and analgesic effects [23]. They correct the activity of enzymes, i.e. restore impaired redox processes in the body, have a sedative effect on the central nervous system, enhance the effect of antibiotics that stimulate the regeneration of damaged skin, and reduce elevated lipid metabolism to normal [16].

The plant is also in demand in cosmetology. It is included in creams for mature skin and in preparations for the care of oily and acne-prone skin. Due to its antibacterial properties, the oil serves as an effective means for cleaning and disinfecting indoor air during epidemics. Monarda essential oil is also used in such branches of medicine as balneology and massage [24].

Use in food industry. Some species of the genus have long been grown in monastery gardens in Europe and used to make teas. The above-ground part of the plants has a floral-spicy smell with a thyme and lemony tinge [25]. Monarda (both fresh and dried) is used as a component in the preparation of marinades, canning vegetables, and as a seasoning for meat and meat products. Essential oil and extract of monarda are used as an antiseptic ingredient in the flavoring of soft drinks, in the production of vermouth and cheeses [24]. Due to its bitter taste, monarda can be used as a substitute for imported black pepper in dry spice mixtures [25].

In many countries of the world, this plant is included in the product catalog. Its pleasant taste and unusual aroma make it an indispensable ingredient in the preparation of various dishes [21]. Fresh greens are added to soups, salads, borscht, helping to increase appetite and improve digestion. Crushed leaves of monarda are also used in the food industry in baking [26]. The literature contains recommendations for the practical use of monarda essential oil as a food additive to improve the sensory quality of minced

meat, as well as against pathogenic bacteria and bacteria that spoil products, such as *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* and others [27]. The higher activity of *M. fistulosa* essential oil compared to other species was noted. As a result of the study of antifungal activity, a negative effect of *M. fistulosa* essential oil on the development of fungi of the genera *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. was revealed [28]. Monarda essential oil is a promising potential antifungal agent that can be used for the development of biofungicides as alternative to synthetic fungicides against *Botrytis cinerea* Pers. [29].

Monarda essential oil has good inhibitory properties against the germination of weed seeds *Papaver rhoeas* L., *Taraxacum officinale* FH Wigg., *Avena fatua* L., *Raphanus sativus* L. and *Lepidium sativum* L. [30].

Italian scientists have proven the presence of ovicidal, insecticidal and anti-eating properties of *M. fistulosa* essential oil against the Colorado potato beetle. The essential oil completely suppressed the hatching of *L. decemlineata* larvae, and in the variant with potato leaves treated with it, it was observed that the larvae did not feed on it [31].

Alternative solutions to synthetic antibiotics in animal nutrition are being sought. Studies by Canadian scientists show that adding *M. didyma* essential oil to the diet of broilers can potentially replace antibiotics that are added to the diet of animals and stimulate their growth. By exhibiting antibacterial, antioxidant and anti-inflammatory effects, the essential oil significantly improved their live weight gain [32].

Use in ornamental gardening. Due to its decorative properties and due to the grows habit, the variety of colors of inflorescences and the pleasant aroma of monarda, it has found its application in ornamental gardening. The originality and unpretentiousness of the plant contributed to its popularity. It has now become a fashionable idea to use monarda in landscape design. It is usually grown in the second or background of flower beds. It looks good in monogroups. Monarda is used both for forming decorative compositions and as cut flowers [10, 20, 25, 28].

World and domestic practices of growing monarda. It was brought to Europe in Spain at the beginning of the 16th century from North America and Canada. At the

beginning of the 19th century, it began to be cultivated here as an essential oil and spicy-flavor plant. In Portugal, Spain, France, Great Britain it was used under the names "wild bergamot", "bee or fragrant balm", "Oswego tea", "American lemon balm" and others. In 1916, it was grown to obtain thymol for export to India and Europe [34].

The cultivation of *Monarda* as an ornamental, medicinal, essential oil and aromatic plant is gradually gaining popularity, as a result of which species of the genus *Monarda* have been introduced into cultivation in many countries of Europe and America [28]. The species *M. didyma*, *M. fistulosa*, *M. punctata* and *M. citriodora* are mainly cultivated [18]. *M. fistulosa* has a wider distribution area compared to *M. didyma*, which is explained by a higher yield of essential oil and a brighter aroma [21]. In addition, there are many varieties and forms of *Monarda* hybrid (*M. xhybrida hort.*), created with the participation of the species *M. didyma* and *M. fistulosa* [10].

A great deal of work of the *Monarda* introduction was carried out in the 1980s by scientists from Ukraine, Moldova, Uzbekistan, Azerbaijan, etc. There are many works on the study of the biological characteristics of the species of the genus [10, 14, 25].

In Moldova, a number of scientists have studied various methods of propagation and cultivation of *M. fistulosa*. According to their recommendations, monarda should be grown separately from crop rotation with annual plants. It is propagated by sowing seeds directly in the field or by planting seedlings obtained in a greenhouse, or vegetatively (by dividing plants into parts). In seed propagation, the efficiency of the seedling method has been proven, since the plants had a larger growth habit and higher yield indicators [34]. Other Moldovan scientists have developed a micropropagation procedure for effective and stable conservation of the species [35].

Scientists from Cairo University (Egypt) studied the effect of *Monarda* plant density and fertilization on the content and composition of essential oil. They noted a positive effect of nitrogen fertilization on the yield of essential oil. Nitrogen fertilization did not significantly affect the composition of essential oil [11].

During the vegetation season, *M. fistulosa* plants can be affected by fungal diseases such as powdery mildew and rust. The causative agent of rust is the fungus *Puccinia menthae Pers.* Affected plants have brown spots, mainly on the leaves, with a decrease in the quality of the leaves and premature decay of the stem [34]. Rust infection can be avoided by strictly observing crop rotation, using only healthy planting material for propagation. It has been established that another pathogen is powdery mildew fungus, which leads to a change in the quantitative composition and mass fraction of the components of the essential oil of *M. fistulosa*. Researchers from Italy noted that the disease can develop both with the manifestation of symptoms of infection in the form of a white coating on the leaves, and asymptotically [36].

In Ukraine, *M. fistulosa* and the related species *M. didyma* are grown and studied in the Steppe, Forest-Steppe and Polissya [7, 8, 10]. For a number of years, monarda has shown itself as a cold-resistant crop,

withstanding low temperatures in winter (up to -35 °C) without damage. According to the criteria of cold and winter hardiness, it was rated 9 points. It has an average drought resistance (5 points).

Findings. Thus, *Monarda fistulosa* is a valuable medicinal, essential oil and ornamental plant. The content of essential oil in the plant ranges from 0.5 to 2.8% (converted to absolutely dry raw materials). The maximum proportion of essential oil is synthesized in leaves and inflorescences, and the smallest in stems. More than 40 components have been identified in the essential oil of *M. fistulosa*. The main components are thymol and carvacrol. In addition to essential oil, the above-ground part of monarda contains vitamins C, B₁, B₂, anthocyanins, flavonoids, sugars and other biologically active substances. Cultivation of monarda as an ornamental, medicinal, essential oil and aromatic plant is gaining increasing popularity, so it has been introduced into culture in many countries of the world.

BIBLIOGRAPHY:

1. Свиденко Л.В., Ёжов В.М. Перспективи вирощування деяких ефіроолійних культур у Степу Південному. *Вісник аграрної науки*. 2015. № 6. С. 20-24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201506-04>.
2. Lubbe A., Verpoorte R. Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*. 2011. Vol. 34, № 1. P. 785-801 <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019>
3. Ковтун-Водяницька С.М. Досвід інтродукції *Tagetes L.* в НБС імені М.М. Гришка НАН України виходячи із сучасних запитів світового ринку ефіроносних рослин. *Глобальні наслідки інтродукції рослин в умовах зміни клімату: матеріали Міжнародної наук. конф., присвяченої 30-річчю Незалежності України*: К. : Лира-К, 2021. С. 40-43.
4. Мірзоева Т.В. Економічні аспекти виробництва лікарських ефіроолійних культур. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. Вип. 3(1). С. 79-84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSPE_print_2019_3%281%29_14.
5. Стеценко І.І. Продуктивність лавандину за різних способів зрошення та систем удобрення в умовах півдня України. дисс... доктора філософії: 201/Херсон. 2023. 264 с.
6. Ковтун-Водяницька С.М. Перший український сорт *Нерета Sibirica L.* (Lamiaceae Lindl.). *Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій*: матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Полтава, 27-28 грудня 2016 р. Полтава: РВВ ПДАА. 2016. С. 87-89. 2016. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3285/vconfpoltava20161.pdf>.
7. Котюк Л.А., Рахметов Д.Б., Пінкіна Т.В. Оцінка успішності інтродукції ароматичних рослин родини Lamiaceae Lindl. в умовах Полісся України. *Інтродукція рослин*. 2017. № 1. С. 11-20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2017_1_3.
8. Свиденко Л.В., Гудзь Н.І., Свиденко А.В. Результати інтродукції та селекції деяких видів нішевих ароматичних рослин в Степу Південному *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Publishing House "Baltija Publishing", 2023. P. 225-241. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-12>.

9. Davidson C.G. Monarda, Bee-balm. In: Anderson, N.O. (eds) Flower Breeding and Genetics. 2007. P. 757-779. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4428-1_28.
10. Корабльова О.А., Рись М.В. Біоморфологічні особливості видів роду *Monarda* L. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23. № 5. С. 296-300 URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_5/296_Kor.pdf Бююб. (дата звернення: 10.03.2025)
11. Salama A., Sabry R.M., Eldin M.S. Response of the newly introduced plant species *Monarda citriodora* in Egypt to nitrogen fertilization and plant density. *Int. J. Pharm. Tech. Res.* 2016. Vol. 9. № 7. P. 67-77.
12. Klimas J. Wild flowers of Eastern America. Cunningham J.N.Y. Publ. Knopf A.A., 1974. P. 76-104.
13. Свиденко Л. Інтродукція *Monarda fistulosa* L. в Херсонській області. *Вісник Львівського університету*. Серія біологічна. Львів, 2004. С. 319-324.
14. Dudchenko V., Svydenko L., Markovska O., Sydiakina O. Morphobiological and Biochemical Characteristics of *Monarda* L. Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2020. Vol. 21(8). P. 99-107. <https://doi.org/10.12911/22998993/127093>.
15. Lawson S.K., Satyal P., Setzer W.N. The Volatile Phytochemistry of *Monarda* Species Growing in South Alabama. *Plants*. 2021. Vol. 10(3), 482 <https://doi.org/10.3390/plants10030482>.
16. Kozyra M., Biernasiuk A., Wiktor M., Kukula-Koch W., Malm A. Comparative HPLC–DAD–ESI–QTOF/MS/MS Analysis of Bioactive Phenolic Compounds Content in the Methanolic Extracts from Flowering Herbs of *Monarda* Species and Their Free Radical Scavenging and Antimicrobial Activities. *Pharmaceutics*. 2023. Vol. 15(3), 964. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030964>.
17. Davies A.J., Mazza G. Separation and characterization of anthocyanins of *Monarda fistulosa* by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1992. Vol. 40(8), P. 1341-1345. URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00020a009> (дата звернення: 10.03.2025)
18. Рись М.В. Елементний склад надземної фітомаси рослин роду *Monarda* L., інтродукованих у північному Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ*. 2013. № 23(6). С. 286-291 URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_6/58.pdf. (дата звернення: 11.03.2025)
19. Shanayda, M.I. Визначення якісного складу та кількісного вмісту вуглеводів у траві представників родини *Lamiaceae* Juss. *Фармацевтичний часопис*. 2016. Вип. 4. С. 15-18. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2015.4.5550>.
20. Palash M., Prerona S. Profiling of Mineral Content from Different Edible Flowers of West Bengal. *Journal of Natural Remedies*. 2024. P. 2157-2171. URL: <https://informaticsjournals.co.in/index.php/jnr/article/view/44655/31383> (дата звернення: 09.03.2025)
21. Марковська О.Є., Дудченко В.В., Свиденко Л.В. Інтродукція перспективних сортів *Monarda* L. на півдні України. *Таєрйський науковий вісник*. 2021. № 121. С. 75-80. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.10>.
22. Schiller C., Schiller D., Schiller J. The aromatherapy encyclopedia: a concise guide to over 385 plant oils. Basic health publ. 2008. P. 141-142.
23. Ann Arbor (Mich.). Natural Area Preservation Division. Along the Huron: The Natural Communities of the Huron River Corridor in Ann Arbor, Michigan. University of Michigan Press. *International journal of Agriculture & Biology*. 1999. P. 1024-1034 DOI:10.17957/IJAB/15.1760 URL: <http://www.fspublishers.org>. (дата звернення: 11.03.2025)
24. Schmidt Erich. Production of essential oils. In: Handbook of essential oils. CRC Press. 2020. P. 125-160. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351246460-5/production-essential-oils-erich-schmidt>. (дата звернення: 10.03.2025)
25. Збереження та збагачення рослинних ресурсів шляхом інтродукції та біотехнології / Корабльова О.А., Рись М.В. Інтродукція та селекція видів роду *Artemisia* та *Monarda*. К.: Вид-во «Фітосоціоцентр». 2012. С. 163-209.
26. Chandra Naresh, Bharati R.C. *Monarda* – APotential Floricultural Plant for Temperate India. *Environment & Ecology*. 2009. Vol. 27(2). P. 677-681.
27. Katarzyna Wróblewska, Antoni Szumny, Barbara Żarowska, Krystyna Kromer, Regina Dębicz, Saskia Fabian. Impact of mulching on growth essential oil composition and its biological activity in *Monarda didyma* L. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 129. P. 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.076>.
28. Коваленко Н.П., Поспелова Г.Д., Дзюба Є.В., Лаврський Є.О. Антибактеріальні та антифугальні властивості ефірної олії монарди (*Monarda* L.) щодо домінуючих мікроміцетів насіння сої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 63-68. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1787>. (дата звернення: 10.03.2025)
29. Oyeboade A., André B., Shahrokh K. Variable inhibitory activities of essential oils of three *Monarda* species on the growth of *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Plant Science*. 2013. Vol. 93(6). P. 987-995. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-044>.
30. Ricci D., Epifano F., Fraternali D. The Essential Oil of *Monarda didyma* L. (Lamiaceae) Exerts Phytotoxic Activity in Vitro against Various Weed Seed. *Molecules*. 2017. Vol. 22(2). <https://doi.org/10.3390/molecules22020222>.
31. Elisovetcaia D., Ivanova R., Casian I., Casian A., Brindza, J. Ethanolic extract and essential oils from *Monarda fistulosa* L. with ovicidal, insecticidal and antifeedant activity against Colorado potato beetle. *Lucrări științifice. Seria Agronomie*. 2018. Vol. 61(2). P. 69-72 URL: <https://repository.iuls.ro/handle/20.500.12811/487?show=full>. (дата звернення: 10.03.2025)
32. Côté H., Pichette A., St-Gelais A., Legault J. The Biological Activity of *Monarda didyma* L. Essential Oil and Its Effect as a Diet Supplement in Mice and Broiler Chicken. *Molecules*. 2021. Vol. 26(11). <https://doi.org/10.3390/molecules26113368>.
33. Wagner W.L. Wild bergamot. *USDA NRCS National Plant Data Center*. 2006. Vol. 13. P. 556-561.
34. Coltun Maricica, Bogdan Alina. Aspects of the biology and the cultivation of *Monarda fistulosa* L. as aromatic species in the Republic of Moldova. *Основні, малопоширені і нетрадиційні види рослин – від вивчення до освоєння (сільськогосподарські і біологічні науки)*:

- матеріали IV Міжнародної наук.-практ. Конф. (у рамках V наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах». ДС «Маяк» ІОБ НААН. 2020. С. 103-109. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/103-109_12.pdf. (дата звернення: 10.03.2025).
35. Calugaru-Spataru T., Casian A., Ivanova R., Dascaluc A. Micropropagation of *Monarda fistulosa* L. plants by axillary bud proliferation. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual.* 2023. Vol. 7(1). P. 1-6 <https://doi.org/10.15414/ainhlq.2023.0001>.
 36. Contaldo N. Phytochemical effects of phytoplasma infections on essential oil of *Monarda fistulosa* L. *Bulletin of Insectology.* 2011. Vol. 64. P. 177-178.
 37. Шанайда М.І., Сіра Л.М., Машталер В.В. Мікроскопічний аналіз трави монарди трубчастої (*Monarda fistulosa* L.) родини Lamiaceae. *Фармацевтичний журнал*, 2016, № 5. С. 76-85.
- REFERENCES:**
1. Svydenko, L.V. & Yezhov, V.M. (2015). Perspektyvy vyroshchuvannya deiakyykh efirooliinykh kultur u Stepu Pivdenному [Prospects for growing some essential oil crops in the Southern Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 6, 20-24. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201506-04> [in Ukrainian].
 2. Lubbe, A., & Verpoorte, R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*, 34, 1, 785-801. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.01.019>.
 3. Kovtun-Vodanytska, S.M. (2021). Dosvid introduktsii Tagetes L. v NBS imeni M.M. Hryshka NAN Ukrainy vykhodiachy iz suchasnykh zapytiv svitovoho rynku efironosnykh roslyn [Experience of introducing Tagetes L. into the M.M. Grishko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine based on current demands of the world market of essential oils]. *Hlobalni naslidky introduktsii roslyn v umovakh zminy klimatu: materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii, prysviachenoi 30-richchiu Nezalezhnosti Ukrainy [Global consequences of plant introduction in conditions of climate change]: Proceedings of the international scientific conference is dedicated to the 30-th anniversary of Independence of Ukraine* (pp. 40-43). Kyiv: Lira-K. [in Ukrainian].
 4. Mirzoieva, T.V. (2019). Ekonomichni aspekty vyrobnytstva likarskykh efirooliinykh kultur [Economic aspects of the production of medicinal essential oil crops]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi – Problems of a systemic approach in economics*, 3(1), 79-84. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSPE_print_2019_3%281%29_14 [in Ukrainian].
 5. Stetsenko, I.I. (2023). Produktivnist lavandynu za riznykh sposobiv zroshennia ta system udobrennia v umovakh pivdnia Ukrainy [Productivity of lavender under different irrigation methods and fertilization systems in the conditions of southern Ukraine.] *PhD thesis.* Kherson [in Ukrainian].
 6. Kovtun-Vodanytska, S.M. (2016). Pershyi ukrainskyi sort Nepeta Sibirica L. (Lamiaceae Lindl.) [The first Ukrainian variety of Nepeta Sibirica L. (Lamiaceae Lindl.)]. *Likarske roslynnnytstvo: vid dosvidu mynuloho do novitnikh tekhnolohii: materialy piatoi Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii [Medicinal plant cultivation: from past experience to the latest technologies: materials of the fifth International scientific and practical Internet conference]* (pp. 87-89) Poltava: RVV PDAA URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/3285/vconfpoltava20161.pdf> [in Ukrainian].
 7. Kotiuk, L.A., Rakhmetov, D.B., & Pinkina, T.V. (2017). Otsinka uspishnosti introduktsii aromatychnykh roslyn rodyny Lamiaceae Lindl. v umovakh Polissia Ukrainy [Assessment of the success of the introduction of aromatic plants of the Lamiaceae Lindl. family in the conditions of Polissya Ukraine]. *Introduktsiia roslyn – Plant introduction*, 1, 11-20 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2017_1_3 [in Ukrainian].
 8. Svydenko, L.V., Hudz, N.I. & Svydenko, A.V. (2023). Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph. Chapter 12. Rezultaty introduktsii ta selektsii deiakyykh vydiv nishevyykh aromatychnykh roslyn v Stepu Pivdenному [Results of the introduction and selection of some species of niche aromatic plants in the Southern Steppe]. *Izdevniecība "Baltija Publishing"*, 225-241. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-12> [in Ukrainian].
 9. Davidson, C.G. (2007). Monarda, Bee-balm. In: Anderson, N.O. (eds) *Flower Breeding and Genetics*, 757-779. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4428-1_28.
 10. Korablova, O.A., Rys, M.V. (2013). Biomorfologichni osoblyvosti vydiv rodu Monarda L. [Biomorphological features of species of the genus Monarda L.]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine*, 23(5), 296-300 URL: https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_5/296_Kor.pdf Бююб [in Ukrainian].
 11. Salama, A., Sabry, R.M. & Eldin, M.S. (2016). Response of the newly introduced plant species Monarda citridora in Egypt to nitrogen fertilization and plant density. *Int. J. Pharm. Tech. Res.* 9(7), 67-77.
 12. Klimas, J. (1974). Wild flowers of Eastern America / Klimas J., Cunningham J. N.Y. Publ. Knopf A.A., 76, 104.
 13. Svydenko, L. (2004). Introduktsiia Monarda fistulosa L. v Khersonskii oblasti [Introduction of Monarda fistulosa L. in Kherson region]. *Visnyk Lvivskoho universytetu – Bulletin of Lviv University*, Lviv, 319-324 [in Ukrainian].
 14. Dudchenko, V., Svydenko, L., Markovska, O. & Sydiakina O. (2020). Morphobiological and Biochemical Characteristics of Monarda L. Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine / *Journal of Ecological Engineering*, 21(8), 99-107. <https://doi.org/10.12911/22998993/127093>
 15. Lawson, S.K., Satyal, P., & Setzer, W.N. (2021). The Volatile Phytochemistry of Monarda Species Growing in South Alabama. *Plant*, 10(3), 482 <https://doi.org/10.3390/plants10030482>
 16. Kozyra, M. et al. (2023). Comparative HPLC–DAD–ESI–QTOF/MS/MS Analysis of Bioactive Phenolic Compounds Content in the Methanolic Extracts from Flowering Herbs of *Monarda* Species and Their Free Radical Scavenging and Antimicrobial Activities. *Pharmaceutics*, 15(3), 964. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15030964>.
 17. Davies, A.J. & Mazza, G. Separation and characterization of anthocyanins of Monarda fistulosa by high-performance liquid chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1992. Vol. 40(8), P. 1341-1345. URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf00020a009>.

18. Rys, M.V. (2013). Elementnyi sklad nadzemnoi fitomasy roslin rodu *Monarda* L., introdukovanykh u pivnichnomu Lisostepu Ukrainy [Elemental composition of aboveground phytomass of plants of the genus *Monarda* L., introduced into the northern forest-steppe of Ukraine]. *Naukovyi visnyk NLTU – Scientific Bulletin of the NTUL*, 23(6), 286-291 URL: https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2013/23_6/58.pdf [in Ukrainian].
19. Shanayda, M.I. (2016). Vyznachennia yakisnoho skladu ta kilkisnoho vmistu vuhlevodiv u travi predstavnykiv rodyny Lamiaceae Juss. [Determination of the qualitative composition and quantitative content of carbohydrates in the herb of the Lamiaceae family Juss.]. *Farmatsevtichnyi chasopys – Pharmaceutical Journal*, 4, 15-18. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2015.4.5550> [in Ukrainian].
20. Palash, M., & Prerona, S. (2024). Profiling of Mineral Content from Different Edible Flowers of West Bengal. *Journal of Natural Remedies*, 2157-2171. URL: <https://informaticsjournals.co.in/index.php/jnr/article/view/44655/31383>.
21. Markovska, O.I., Dudchenko, V.V., & Svydenko L.V. (2021). Introduktsiia perspektyvnykh sortiv *Monarda* L. na pivdni Ukrainy [Introduction of promising varieties of *Monarda* L. in southern Ukraine]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, 121, 75-80 <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.121.10> [in Ukrainian].
22. Schiller, C., Schiller, D., & Schiller J. (2008). *The aromatherapy encyclopedia: a concise guide to over 385 plant oils*. Basic health publ., 141-142.
23. Arbor (Mich.), A. (1999). Natural Area Preservation Division. Along the Huron: The Natural Communities of the Huron River Corridor in Ann Arbor, Michigan. University of Michigan Press. *International journal of Agriculture & Biology*, 1024-1034 DOI:10.17957/IJAB/15.1760 URL: <http://www.fspublishers.org>.
24. Schmidt, E. (2020). Production of essential oils. In: *Handbook of essential oils*. CRC Press., 125-160. URL: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781351246460-5/production-essential-oils-erich-schmidt>.
25. Korablova, O.A., & Rys, M.V. (2012). Zberezheniia ta zbahachennia roslynykh resursiv shliakhom introduktsii ta biotekhnologii [Conservation and enrichment of plant resources through introduction and biotechnology]. *Introduktsiia ta selektsiia vydiv rodu Artemisia ta Monarda* [Introduction and selection of species of the genus *Artemisia* and *Monarda*]. K.: Vyd-vo "Fitosotsiotsentr", 163-209 [in Ukrainian].
26. Chandra, N., & Bharati, R.C. (2009). *Monarda* – A Potential Floricultural Plant for Temperate India. *Environment & Ecology*, 27(2), 677-681.
27. Wróblewska, K., et al. (2019). Impact of mulching on growth essential oil composition and its biological activity in *Monarda didyma* L. *Industrial Crops and Products*, 129, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.076>.
28. Kovalenko, N.P., Pospelova, H.D., Dziuba, Ye.V. & Lavrskyi, Ye.O. (2023). Antybakterialni ta antyfuhalni vlastyosti efirnoi olii monardy (*Monarda* L.) shchodo dominuiuchykh mikromitsetiv nasinnia soi [Antibacterial and antifungal properties of essential oil of *Monarda* (L.) against dominant micromycetes of soybean seeds]. *Scientific Progress & Innovations*, 26(3), 63-68. URL: <https://journals.pdaa.edu.ua/visnyk/article/view/1787> [in Ukrainian].
29. Adebayo, Oyeboade, Bélanger, André & Khanizadeh Shahrokh. (2013). Variable inhibitory activities of essential oils of three *Monarda* species on the growth of *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Plant Science*, 93(6), 987-995. <https://doi.org/10.4141/cjps2013-044>.
30. Ricci, D., Epifano, F. & Fraternali, D. (2017). The Essential Oil of *Monarda didyma* L. (Lamiaceae) Exerts Phytotoxic Activity in Vitro against Various Weed Seed. *Molecules*, 22(2) <https://doi.org/10.3390/molecules22020222>.
31. Elisovetcaia, D. et al. (2018). Ethanol extract and essential oils from *Monarda fistulosa* L. with ovicidal, insecticidal and antifeedant activity against Colorado potato beetle. *Lucrări științifice. seria Agronomie*, 61(2), 69-72 URL: <https://repository.iuls.ro/handle/20.500.12811/487?show=full>.
32. Côté, H., Pichette, A., St-Gelais, A., & Legault, J. (2021). The Biological Activity of *Monarda didyma* L. Essential Oil and Its Effect as a Diet Supplement in Mice and Broiler Chicken. *Molecules*, 26(11). <https://doi.org/10.3390/molecules26113368>.
33. Wagner, W.L. (2006). Wild bergamot. *USDA NRCS National Plant Data Center*, 13, 556-561.
34. Coltun, M. & Bogdan, A. (2020). Aspects of the biology and the cultivation of *Monarda fistulosa* L. as aromatic species in the Republic of Moldova. *Osnovni, maloposhyreni i netradytsiini vydy roslin – vid vyvchennia do osvoiennia (silskohospodarski i biolohichni nauky): materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (u ramkakh V naukovo forumu «Naukovyi tyzhden u Krutakh» [Main, rare and non-traditional plant species – from study to development (agricultural and biological sciences): materials of the IV International Scientific and “Science Week in Kruty”] (pp. 103-109). DS «Maiak» IOB NAAN. URL: https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/103-109_12.pdf.*
35. Calugaru-Spataru, T., Casian, A., Ivanova R., & Dascaluc, A. (2023). Micropropagation of *Monarda fistulosa* L. plants by axillary bud proliferation. *Agrobiodivers Improv Nutr Health Life Qual*, 7(1), 1-6 <https://doi.org/10.15414/ainhlq.2023.0001>.
36. Contaldo, N. (2011). Phytochemical effects of phytoplasma infections on essential oil of *Monarda fistulosa* L. *Bulletin of Insectology*, 64, 177-178.
37. Shanaida, M.I., Sira, L.M., Mashtaler, V.V. (2016). Mikroskopichni analiz travy monardy trubchastoi (*Monarda fistulosa* L.) rodyny Lamiaceae [Microscopical analysis of *Monarda fistulosa* L. herb]. *Pharmaceutical Journal*, 5, 76-85.

Svydenko S.V., Valentiuk N.O. Introduction and use of *Monarda fistulosa* L. in the world and in Ukraine

Purpose. The purpose of the work was to review and summarize the scientific achievements of domestic and foreign researchers regarding the morphobiological characteristics, economic importance, and cultivation technology of *Monarda fistulosa* L. **Results.** Analysis of the literature showed that *Monarda fistulosa* is considered promising for study and practical use by scientists from many countries. In terms of its bactericidal properties, it ranks first among essential oil plants. The essential oil of the plant has antagonistic activity against various

pathogenic organisms. It has found wide application in various sectors of the national economy: in medicine, food industry, agriculture. The content of essential oil in the plant ranges from 0.5 to 2.8% when calculated on absolutely dry raw materials. More than 40 components have been identified in the essential oil of *Monarda fistulosa*. The main components are thymol and carvacrol. The yield of essential oil and the ratio of components from different organs of *M. fistulosa* plants can vary depending on both geographical origin and genotype. In addition to essential oil, the above-ground part of *Monarda* contains vitamins C, B₁, B₂, anthocyanins, flavonoids and other biologically active substances. In the herb *M. fistulosa* 18 free sugars were found. The flowers of the plant are a source of phosphorus (912 µg/100 g) and calcium (1760 µg/100 g). *Monarda* is propagated by sowing seeds directly in the field or by planting seedlings obtained in a greenhouse, as well as vegetatively – by dividing the plants into parts. The application of nitrogen fertilizers when growing *monarda* increases the yield of essential oil, but does not affect the component composition. *M. fistulosa* and its hybrids, due to their inflorescences of various colors, are also used in ornamental gardening. **Findings.** *Monarda fistulosa* has significant biological and economic potential. It contains essential oil, which has found a wide range of uses in various sectors of the national economy and is a promising plant for cultivation for the production of raw materials for the essential oil industry.

Key words: *Monarda fistulosa*, essential oil, introduction, cultivation, reproduction, use.

Свиденко С.В., Валентюк Н.О. Інтродукція та використання *Monarda fistulosa* L. в світі та в Україні

Мета. Узагальнити наукові досягнення вітчизняних та іноземних дослідників стосовно морфобіологічної характеристики, господарського значення та технології вирощування монарди трубчастої. **Результати.** Аналіз

літературного матеріалу показав, що *Monarda fistulosa* науковцями багатьох країн вважається перспективною для вивчення та практичного використання. За своїми бактерицидними властивостями вона займає одне з перших місць серед ефіроолійних рослин. Ефірна олія рослини має антагоністичну активність проти різних патогенних організмів. Вона знайшла широке застосування в різних галузях народного господарства: в медицині, харчовій промисловості, сільському господарстві. Вміст ефірної олії в рослині коливається від 0,5 до 2,8 % при перерахунку на абсолютно суху сировину. В ефірній олії монарди трубчастої ідентифіковано більше 40 компонентів. Основними компонентами є тимол і карвакрол. Вихід ефірної олії та співвідношення компонентів з різних органів рослин *M. fistulosa* може змінюватися залежно як від географічного походження так і від генотипу. Окрім ефірної олії надземна частина монарди містить вітаміни С, B₁, B₂, антоціани, флаваноїди та інші біологічно активні речовини. У траві *M. fistulosa* виявлено 18 вільних цукрів. Квітки рослини являються джерелом фосфору (912 мкг/100 г) та кальцію (1760 мкг/ 100г). Розмножують монарду посівом насіння безпосередньо в полі або шляхом висадки розсади, отриманої в теплиці, а також вегетативно – поділом рослин на частки. Внесення азотних добрив при вирощуванні монарди підвищує вихід ефірної олії, проте на компонентний склад не впливає. *M. fistulosa* та її гібриди завдяки своїм суцвіттям різної гами кольорів використовуються також в декоративному садівництві. **Висновки.** *Monarda fistulosa* має значний біологічний та господарський потенціал. Вона містить ефірну олію, яка знайшла широкий спектр використання в різних галузях народного господарства і є перспективною рослиною для вирощування з метою виробництва сировини для ефіроолійної промисловості.

Ключові слова: *Monarda fistulosa*, ефірна олія, інтродукція, вирощування, розмноження, використання.

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСНИХ ВАРІАНТІВ ЙОГО УДОБРЕННЯ

ТОМЧУК О.М. – аспірант

orcid.org/0000-0002-9167-833X

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Ріпакова олія залишається важливим резервом як з позиції технологічного та харчового застосування, так і з позиції використання у системі біопаливного виробництва [1]. Важливим у цьому плані є формування якісних показників ріпакової олії, які окрім загальних характеристик властивих всі рослинним олійним ресурсам має володіти певним співвідношенням жирних кислот, які формують структуру ліпідного комплексу рослин озимого ріпаку [2–4]. Ця структура не дивлячись на визначені вимоги відповідно до днержавних стандартів як України, так і Європейського Союзу є дискусійним показником як з позиції оптимальності з огляду на багатоцільовий спектр використання ріпакової олії, так і з позиції ідеального структурного співвідношення саме для варіантів біопаливного її використання [4]. При цьому відмічено високу мінливість даного показника, зумовлену цілим рядом причин [3]. До основних факторів такої мінливості слід віднести генотипові особливості озимого ріпаку, враховуючи сучасні бачення ідіотипу сортів та гібридів культури а також гідротермічні та ґрунтові умови з огляду на їх вплив на етапі формування насіння та формування його біохімічного складу [5–7]. Останній фактор є визначальним у зональності вирощування хрестоцвітних культур в цілому та контроль за якістю зібраного урожаю, враховуючи ґрунтово-кліматичну зону вирощування [8–10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Окремим фактором забезпечення достатньої технологічності та якості вирощеного врожаю є і залишається система удобрення культури [11–12]. Добрива визнано основним регулюючим фактором, який у взаємодії із генотиповим потенціалом сортів та гібридів забезпечує успішну реалізацію якісного спрямування забезпечення високої технологічності та багатопрофільності вирощеної сировини [13–14]. Незважаючи на такий підхід роль як окремих елементів живлення, так і системи їх застосування з підходів співвідношення, строків застосування та форм добрив залишається для умов якісного агрохімічного забезпечення технологій вирощування озимого ріпаку питанням дискусійним, що потребує постійного наукового узагальнення та вирішення для реалізації в адаптивних технологіях вирощування озимого ріпаку [15]. Особливе місце у цьому буде займати комплексна оцінка системи удобрення, що включає основне, припосівне та післясходове її застосування за формами, строками та комбінованим підходом застосування [16–17].

З огляду на ці висновки важливим і актуальним буде оцінка застосованих варіантів удобрення з позиції їх впливу на біохімічну структуру жирнокислотного

складу вирощеного насіння озимого ріпаку з огляду на застосовану комплексну систему удобрення, відмінну за базовою складовою основного удобрення та застосованих системах поєднання з рістрегулюючими компонентами.

Дослідження проведені в останні роки засвідчили вплив як доз добрив та і їх співвідношення у загальній нормі удобрення відповідно до макро- і мікроелементів на рівень загального вмісту олії, її вихід з одиниці площі [9, 18]. При цьому визначено, що характер впливу цих же чинників на власне структуру біохімічного складу жирних кислот мають досить високу варіативну складову, яка у взаємодії з гідротермічними умовами у період формування та наливу насіння забезпечує істотно відмінні сценарії формування результуючого показника з рівнем варіації понад 30% [4, 7, 19].

Відмічено також [20], що застосування комплексу мікроелементів у додаток до основного набору макроелементів формує процеси поліпшення якісного складу вирощеного насіння як з позиції синтезу окремих цінних жирних кислот, так і з позиції загальної оптимізації біохімічного портфоліо вирощеної сировини за синтезу цінних малопоширених варіативних похідних структури жирнокислотного складу.

Вказується [21], що строки застосування добрив особливо за умови технологічного наближення до фенологічної фази формування та наливу зерна є більш результативними, ніж такі за фенологічно істотної дистанції застосування добрив в основні фенологічні фази розвитку. У підсумку ефективність удобрення озимого ріпаку для гарантування високої біохімічної якості вирощеного врожаю визначається в значній мірі наявністю етапу якісного підживлення, або ж застосування такої системи удобрення яка гарантує пролонгований та тривалий ефект у комплексній дії на біохімічний склад насіння культури [22].

Вказано, що не має єдиної думки щодо ролі окремих елементів живлення та їх препаративних форм у складі добрива на вміст конкретних жирних кислот та додаткові технологічні показники якості отриманої рослинної олії [23]. Це питання залишається дискусійним, оскільки має складну поліваріативну складову і тому потребує деталізації та вивчення для відповідної конкретної ґрунтово-кліматичної зони [4]. При цьому з'ясування генотипічних особливостей взаємодії біохімічного потенціалу відповідного ідіотипу озимого ріпаку також потребує адекватного вивчення та аналізу у взаємодії із системою застосованого удобрення [24, 25]. Наведені вище аргументи лише актуалізують визначений у статті напрямок досліджень у плані реалізації адаптивних

технологій вирощування озимого ріпаку на стратегічно важливі біопаливні цілі [26].

Метою дослідження було дослідити вплив застосованих варіантів удобрення озимого ріпаку на формування якісних показників сформованого урожаю як з огляду на загальні показники вмісту олії у насінні, так і з позиції жирнокислотного складу насіння та його структури на підставі оцінки генотипових особливостей та якості отриманої олії з позиції оптимальності до біопаливного використання отриманої сировини.

Матеріали та методи дослідження. Базою досліджень впродовж 2021–2024 років було ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» на сірих лісових ґрунтах із середнім вмістом гумусу 2,00% та такими агрохімічними параметрами: вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 81 мг/кг ґрунту, вміст рухомого фосфору

(за Мачигінім) 171,9 мг/кг ґрунту, вміст обмінного калію (за Чиріковим) 129 мг/кг ґрунту при ємності катіонного обміну 19,5 мг-екв. на 100 г ґрунту та рН 6,3. Вивчення питань формування якості насіння ріпаку озимого проводилось в межах багатофакторного польового досліді (Таблиця 1). Схема досліді передбачала чотирихрзову повторність з систематичним у два яруси розміщенням дослідних ділянок за їх облікової площі 50 м², а загальної 60 м². Строк сівби відповідав третій декаді серпня з нормою висіву 500 тис. насінин/га при ширині міжрядь та застосуванні післяпосівного конктування. Попередник у всіх варіантах досліді озима пшениця. Система обробітку ґрунту під посіви ріпаку передбачала систему дискування у два сліди на глибину 6–8 см та оранку на глибину 23–25 см та послідовую передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння культури.

Таблиця 1

Схема досліді з вивчення впливу комбінованої системи удобрення ріпаку озимого на формування якісних показників насіння

Гібрид (чинник А)	Основне удобрення (чинник В)	Застосування регуляторів росту (чинник С)	Позакореневе підживлення мікродобривами (чинник D)
Абсолют (Limagrain) (A ₁)	Базовий (В ₁) (ВВСН 00: Діамофоска N-10% P-26% K-26% 231 кг/га (131 кг/га під оранку + 100 кг/га при посіві) ВВСН 19-20 (по мерзлоталому ґрунту): карбамід (167 кг/га)	Контроль (без обробки) (C ₁)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га); ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C ₂)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
Домінатор (DSV) (A ₂)	Поліпшений (В ₂) (ВВСН 00: Діамофоска N-10% P-26% K-26% +1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 19-20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га))	Контроль (без обробки) (C ₁)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
		ВВСН 14–16: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га); ВВСН 35–39: Карамба Турбо (0,65 л/га) + Букат (0,35 л/га) (C ₂)	(D ₁) Без підживлення
			(D ₂) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34))
			(D ₃) Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))
			(D ₄) Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 31-34)) + Розасоль 18-18-18+ME (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) (ВВСН 51–53))

* – фаза розвитку озимого ріпаку за шкалою ВВСН.

Оцінка проведена на двох високоінтенсивних гібридах ріпаку озимого – середньостиглому Абсолют (Limagrain) та середньоранньому Домінатор (DSV).

Програма фіто- та ентомоконтролю передбачала: у фазі 2 листочків гербіцид Бутізан Авант (2,5 л/га) + через 5 днів кіллітоп (1,5 л/га) (циперметрин 50 г/л + хлор пірифос 500 г/л) проти підгризаючих совок + інсектицид інстрайкер (0,2 л/га) у фазі 7–8 листочків + після відновлення вегетації проти комплексу хвороб та шкідників Дерозал (карбендазим 500 гр/л, 1 л/га) та Еванс (0,15 л/га) + у фазу бутонізації Кларк (0,4 кг/га), Вето (0,5 л/га), Інстрайкер (0,2 л/га) + на фазу середини цвітіння проти ріпакового квіткоїда Піктор (0,4 л/га) та Біска (0,5 л/га).

Погодні умови за вегетаційний період відповідних сезонів періоду досліджень характеризувались задовільно-оптимальними режимами для ростових процесів та органогенезних перетворень рослин ріпаку озимого із певною пролонгацією міжфазних вегетаційних періодів у весняно-літній період вегетації культури та певних ефектів прискореного дозрівання за рахунок підвищеного режиму середньодобових температур у період дозрівання насіння в умовах сезону 2022/2023 року (рис. 1).

Певна контрастність погодних умов дозволила додатково провести оцінку впливу гідротермічних умов вегетації ріпаку озимого на формування к загальної олійності насіння, так і його жирнокислотного складу.

Фенотипічний контроль дотримання польової схеми дослідів проводили відповідно типової шкали BBCH для ріпаку озимого у адаптації до умов України.

Жирнокислотний склад насіння визначали з використанням методу газорідинної хроматографії А. Н. Винниченка в лабораторії якості та сертифікації продукції БАТ «Вінолія» (м. Вінниця) відповідно до стандартизованого протоколу визначення відповідно до стандартних умов для України [27]. Для отримання показника було використано сучасний комбінований комплекс на базі хроматографа Шимадзу.

Вміст олій в насінні визначався відповідно до ДСТУ 8175:2015 [27] в умовах тієї ж лабораторії якості та сертифікації продукції БАТ «Вінолія» у системі визначень, які передували аналізу на жирнокислотний склад насіння.

Насіння відбиралось з партії отриманої на відповідному варіанті дослідів після первинної насінневої очистки та досушування.

Статистична оцінка результатів досліджень передбачала застосування стандартних статистичних величин таких як стандартне відхилення, коефіцієнт варіації, середньобаторічний рівень показника із співставним визначення істотності різниці на 5% рівні значимості.

Результати досліджень. За результатами усереднення отриманих результатів встановлено вплив застосованих варіантів удобрення на формування показника олійності насіння ріпаку озимого (Таблиця 2). При цьому застосовані чинники дослідів мали відмінності за детермінуючим характером впливу. Так приріст показника олійності насіння у співставленні варіантів базової та поліпшеної системи удобрення становив 5,76%

для гібриду Абсолют та 4,77% для гібриду Домінатор. Застосування регуляторів росту (чинник С) сприяло загальному зростанню олійності на 1,21% на фоні базової системи основонного удобрення та 2,17% на фоні поліпшеного його варіанту.

Застосування позакореневих підживлень мало загальний позитивний прирістний ефект у співставленні до контрольного варіанту з максимальним рівнем показника за максимального комбінаторного поєднання чинників дослідів у варіанті $B_2C_2D_4$ із середньо багаторічним значенням олійності у значенні 48,42% у гібрида Абсолют та 48,04% у гібрида Домінатор що у співставленні до варіанту з мінімальним факторним навантаженням $B_1C_1D_1$ склало приріст 10,0% у гібрида Абсолют та 11,7% у гібрида Домінатор.

Слід відмітити також, що отримані середньобаторічні показники олійності були вищими на 0,42% для гібриду Абсолют та на 0,58% для гібриду Домінатор спираючись на результати конкурсного зонально-екологічного сипробування даних гібридів. Це пояснюється загальним вищим рівнем аризматизації умов вегетаційного періоду озимого ріпаку у період формування та наливу насіння характерної для всього періоду досліджень (Рисунок 1). З огляду на дослідження [10, 11] такий характер пояснюється загальною стресовістю умов ростових процесів, що позитивно корелює із накопиченням рослинних олій для сільськогосподарських культур олійної групи. При цьому система удобрення забезпечили позитивне коригування формування показника із вказаними значеннями приростів, а рівень відгуку, виходячи з генотипового індукованого рівня олійності для гібриду Абсолют 46,0–47,6% та 45,7–47,8% для гібриду Домінатор, був вищим у гібриду Домінатор.

Проведений факторний аналіз у межах багаторічного дисперсійного аналізу дозволив визначити частку впливу факторів дослідів. У середньому для обох гібридів на частку впливу фактора А приходилось 21,07%, на частку впливу варіанту системи основонного удобрення 18,40%, на частку впливу застосування регуляторів росту 7,17%, а на частку впливу позакореневих підживлень 19,04%. Серед взаємодії факторів основну формуючу роль відіграє взаємодія умов року із системою позакореневих підживлень у значенні 8,55%.

Встановлено також, що вивчаємі чинники удобрення впливали на жирнокислотний склад насіння ріпаку озимого (Таблиця 3) – різномірний з позиції компонентного її складу, що позитивно співвідноситься з рядом досліджень з оцінки впливу удобрення на якісні показники насіння ріпаку озимого [8, 9, 12, 19]. Для гібриду Абсолют відмічено сталу тенденцію до зниження вмісту таких жирних кислот як пальмітинова ($C 16:0$), пальмітолеїнова ($C 16:1$), ліноленова ($C 18:3$) та сталу тенденцію до підвищення вмісту інших компонентів жирнокислотного складу. Застосування поліпшеного варіанту основонного удобрення у співставленні B_2/B_1 забезпечило загальне зниження вмісту пальмітинової кислоти ($C 16:0$) з індексом співвідношення 0,97, пальмітолеїнової ($C 16:1$) з індексом 0,92 та арахінової ($C 20:0$) з індексом 0,94. Для цього ж співставлення відмічено істотне підвищення вмісту олеїнової ($C 18:0$, індекс 1,03) та

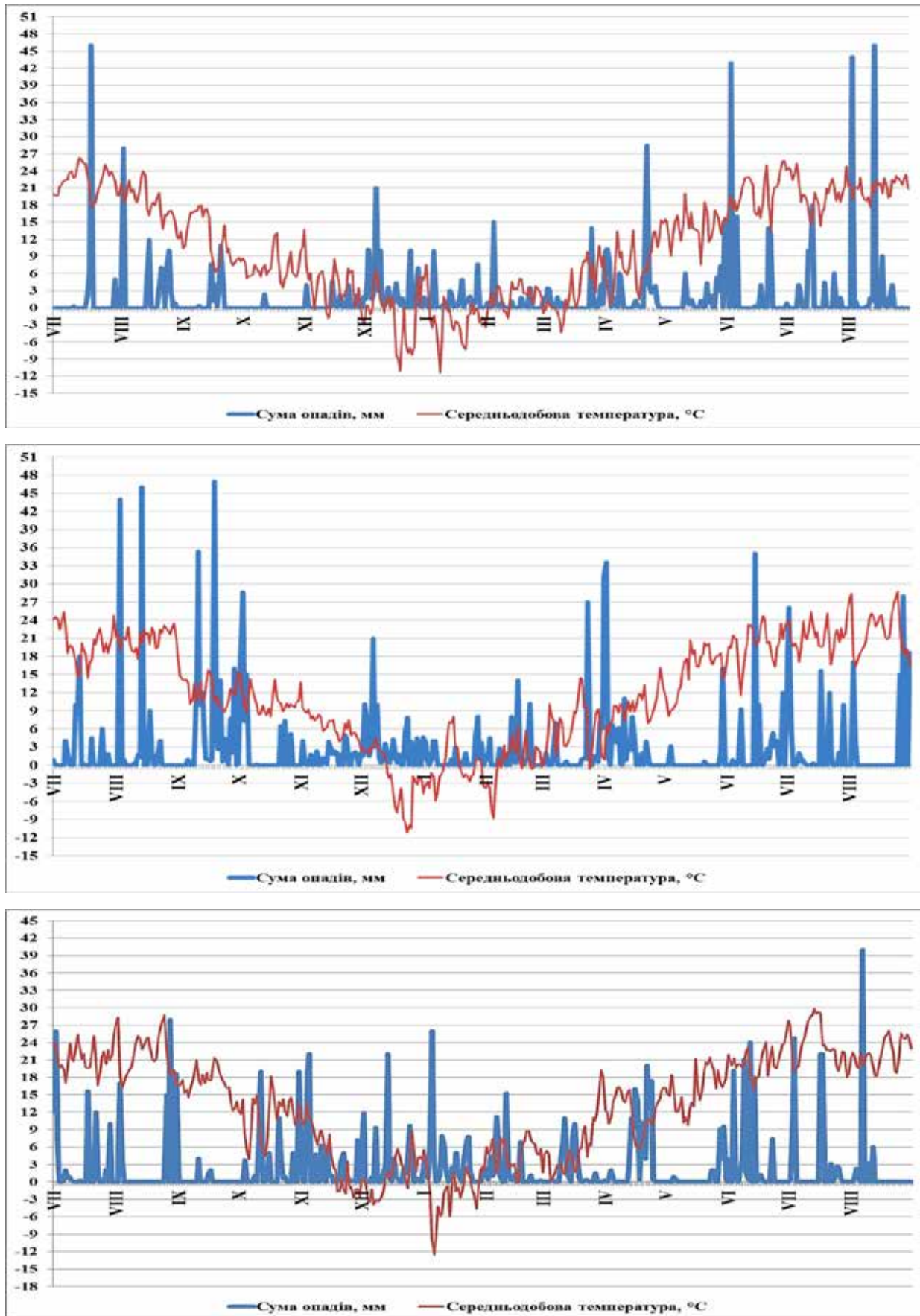


Рис. 1. Гідротермічний режим періоду вегетації ріпаку озимого (верхня позиція сезон 2021–2022 рр., середня позиція – сезон 2022–2023 рр., нижня позиція – сезон 2023–2024 рр.)

Таблиця 2

Олійність насіння гібридів ріпаку озимого залежно від застосованих варіантів удобрення, %
(середнє за 2021–2024 рр.)

Основне удобрення (чинник В)	Регулятора росту (чинник С)	Варіант підживлення (чинник D)	Гібрид Абсолют	Гібрид Домінатор
Базовий (В ₁)	С ₁	D ₁	44,02	43,01
		D ₂	44,18	43,19
		D ₃	44,09	43,08
		D ₄	44,48	43,41
	С ₂	D ₁	44,97	43,94
		D ₂	45,14	44,11
		D ₃	45,02	44,01
		D ₄	45,41	44,28
Поліпшений (В ₂)	С ₁	D ₁	46,22	44,97
		D ₂	46,38	45,15
		D ₃	46,29	45,04
		D ₄	46,68	45,37
	С ₂	D ₁	47,97	46,7
		D ₂	48,14	46,87
		D ₃	48,02	46,77
		D ₄	48,42	48,04
НІР ₀₅ А (критерій умов року)/ (частка впливу у % на формування результативної ознаки)			0,085 (21,59)	0,074 (20,54)
В			0,077 (19,21)	0,063 (17,60)
С			0,090 (7,49)	0,010 (6,84)
D			0,090 (18,53)	0,010 (19,55)
AB			0,013 (4,13)	0,012 (5,88)
AC			0,022 (2,39)	0,018 (3,11)
AD			0,022 (9,21)	0,017 (7,89)
BC			0,014 (2,59)	0,012 (3,54)
BD			0,014 (4,59)	0,012 (3,47)
BC			0,021 (1,39)	0,018 (1,09)
ABC			0,041 (1,54)	0,038 (1,59)
ABD			0,041 (1,69)	0,038 (1,08)
ACD			0,045 (1,98)	0,040 (1,33)
BCD			0,050 (2,52)	0,043 (3,71)
ABCD			0,061 (1,15)	0,057 (2,78)

ліноленової (С 18:3, індекс 1,15) кислот. Застосування регуляторів росту забезпечило у середньому по всіх компонентах жирнокислотного складу загальну тенденцію до зниження вмісту жирних кислот на 1,3% на фоні базового удобрення та підвищення даного показника на 1,5% при застосуванні системи поліпшуючого основного удобрення.

Відмічено різномірний вплив на структуру жирнокислотного складу і застосування системи позакоренових підживлень. При цьому при збереженні загальної тенденції формування показників у межах взаємодії варіантів основного удобрення та варіантів застосування регуляторів росту комплексне використання позакоренових підживлень (варіант D₄) забезпечило загальне посилення тенденційної динаміки із середнім коефіцієнтом 1,07.

Аналогічні особливості формування жирнокислотного складу насіння залежно від вивчаємих факторів було відмічено і у гібриду Домінатор (Таблиця 4).

Слід також відмітити якісну відмінність у біохімічному портфолію жирно кислотного складу олії вивчаємих гібридів. З огляду на цінність у структурі таких жирних кислот як олеїнова (С 18:1) та лінолева (С 18:2) комбіноване застосування поліпшеного варіанту основного удобрення з регулятором росту та комплексним позакореновим підживленням (D₄) забезпечило формування максимальної їх частки у складі отриманої екстрагованої олії з насіння ріпаку озимого (у сумі для варіанту В₂С₂Д₄ 85,19% для гібриду Абсолют та 87,11% для гібриду Домінатор). Виходячи із ряду досліджень [9, 16, 18, 26–30] застосування дослідної схеми В₂С₂Д₄ формує рослинну олію високої якості,

Таблиця 3

Жирнокислотний склад насіння гібриду ріпаку озимого Абсолют залежно від застосованих варіантів удобрення (середнє за 2021–2024 рр.)

Основне удобрєння (чинник В)	Регулятора росту (чинник С)	Варіант підживлення (чинник D)	Пальміти- нова (С 16:0)	Пальмітоле- інова (С 16:1)	Стеаринова (С 18:0)	Олеїнова (С 18:1)	Лінолева (С 18:2)	Ліноленова (С 18:3)	Арахінова (С :20:0)	Ейкозанова (С 20:1)	Ейкозатріє- нова (С 20:3)
Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	4,65	0,37	1,72	65,61	16,46	8,27	0,44	0,91	–
		D ₂	4,53	0,35	1,77	65,78	16,55	8,21	0,46	0,92	–
		D ₃	4,47	0,35	1,81	65,82	16,62	8,19	0,48	0,94	–
		D ₄	4,41	0,33	1,85	65,91	16,68	8,07	0,51	0,95	0,11
	C ₂	D ₁	4,63	0,37	1,71	65,69	16,51	8,25	0,46	0,88	–
		D ₂	4,51	0,33	1,75	65,77	16,58	8,22	0,48	0,90	–
		D ₃	4,49	0,31	1,78	65,84	16,71	8,15	0,50	0,92	0,08
		D ₄	4,42	0,31	1,80	65,96	16,78	8,05	0,52	0,95	0,05
Поліпшений (В ₂)	C ₁	D ₁	4,55	0,35	1,82	67,69	16,88	7,92	0,49	0,89	–
		D ₂	4,44	0,32	1,85	67,77	16,91	7,84	0,52	0,93	–
		D ₃	4,35	0,31	1,87	67,81	16,95	7,71	0,55	0,93	0,10
		D ₄	4,27	0,30	1,87	67,94	17,04	7,62	0,58	0,97	0,12
	C ₂	D ₁	4,49	0,33	1,85	67,72	16,91	7,81	0,53	0,87	–
		D ₂	4,47	0,31	1,88	67,81	17,02	7,68	0,57	0,91	–
		D ₃	4,31	0,30	1,90	67,94	17,07	7,59	0,59	0,93	0,08
		D ₄	4,25	0,30	1,92	68,07	17,12	7,44	0,61	0,98	0,10
HIP ₀₅											
А (критерій умов року)			0,01	0,01	0,011	0,008	0,009	0,011	0,008	0,01	–
В			0,08	0,07	0,083	0,068	0,073	0,088	0,066	0,094	–
С			0,012	0,010	0,017	0,008	0,011	0,013	0,010	0,014	–
D			0,012	0,010	0,017	0,008	0,011	0,013	0,010	0,014	–
AB			0,015	0,013	0,020	0,011	0,014	0,016	0,012	0,018	–
AC			0,030	0,025	0,035	0,021	0,027	0,033	0,025	0,035	–
AD			0,030	0,025	0,035	0,021	0,027	0,033	0,025	0,035	–
BC			0,017	0,015	0,022	0,011	0,016	0,019	0,014	0,020	–
BD			0,017	0,015	0,022	0,011	0,016	0,019	0,014	0,020	–
BC			0,023	0,020	0,028	0,018	0,021	0,025	0,019	0,027	–
ABC			0,050	0,048	0,055	0,040	0,046	0,055	0,041	0,058	–
ABD			0,050	0,048	0,055	0,040	0,046	0,055	0,041	0,058	–
ACD			0,055	0,050	0,060	0,047	0,050	0,061	0,046	0,064	–
BCD			0,057	0,052	0,062	0,051	0,052	0,067	0,047	0,067	–
ABCD			0,081	0,077	0,086	0,069	0,07	0,089	0,067	0,095	–

що відповідає стандартам багатопольового в тому числі біопаливного варіанту використання з високими технологічними якостями.

Критерійно також слід зауважити, що застосована оптимізація мінерального живлення ріпаку озимого сприяла динамічному зростанню уонцентрії моно- та полі ненасичених жирних кислот, що актуалізує отримані рослинні олії з обох гібридів ріпаку як поліпшену для біопаливо використання, що підтверджено у інших дослідженнях [26, 29].

Водночас, зниження насичених кислот визначене за результатами проведеного аналізу звужує харчовий та технологічно-харчовий напрям використання отриманих олій. Зокрема для гібриду Абсолют це зниження мало

середньо багаторічний індекс у значенні 1,07, а для гібриду Домінатор – 1,09.

Зроблені висновки щодо ролі окремих чинників системи досліджень підтверджено результатами факторного аналізу в розрізі оцінки загальної схеми визначення істотності різниці на 5% рівні значимості (Рис. 2). Зокрема, встановлено відмінності у ролі окремих факторів у формуванні вмісту окремих жирних кислот у складі рослинних олій з насіння гібридів ріпаку озимого як базових об'єктів впливу.

Зокрема, для гібриду ріпаку озимого Абсолют на частку умов року залежно від компоненту жирнокислотного складу припадало від 14,78% до 20,85% частки впливу у формуванні вмісту різних жирних кислот. На

Таблиця 4

Жирнокислотний склад насіння гібриду ріпаку озимого Домінатор залежно від застосованих варіантів удобрення (середнє за 2021–2024 рр.)

Основне удобрєння (чинник В)	Регулятора росту (чинник С)	Варіант підживлення (чинник D)	Пальмити- нова (С 16:0)	Пальмітоле- інова (С 16:1)	Стеаринова (С 18:0)	Олеїнова (С 18:1)	Лінолева (С 18:2)	Ліноленова (С 18:3)	Арахінова (С 20:0)	Ейкозенова (С 20:1)	Ейкозатріє- нова (С 20:3)
Базовий (В ₁)	C ₁	D ₁	5,45	0,45	1,49	65,65	18,14	7,58	0,30	0,74	
		D ₂	5,43	0,41	1,52	65,77	18,27	7,47	0,31	0,76	
		D ₃	5,43	0,37	1,55	65,79	18,35	7,42	0,33	0,78	0,11
		D ₄	5,41	0,31	1,57	65,84	18,44	7,38	0,35	0,79	0,08
	C ₂	D ₁	5,41	0,40	1,52	65,82	18,31	7,52	0,32	0,70	
		D ₂	5,38	0,35	1,55	65,92	18,52	7,49	0,33	0,72	
		D ₃	5,33	0,31	1,57	65,97	18,61	7,47	0,35	0,74	0,10
		D ₄	5,31	0,27	1,61	66,11	18,77	7,41	0,35	0,75	0,10
Поліпшений (В ₂)	C ₁	D ₁	5,41	0,41	1,53	67,94	18,39	7,50	0,33	0,68	
		D ₂	5,39	0,40	1,57	68,11	18,44	7,44	0,35	0,68	
		D ₃	5,35	0,37	1,60	68,14	18,55	7,38	0,37	0,71	0,12
		D ₄	5,33	0,33	1,63	68,19	18,68	7,34	0,39	0,72	0,10
	C ₂	D ₁	5,38	0,38	1,55	68,07	18,47	7,45	0,35	0,61	
		D ₂	5,32	0,35	1,57	68,11	18,52	7,41	0,37	0,63	
		D ₃	5,27	0,33	1,60	68,19	18,63	7,38	0,38	0,64	0,11
		D ₄	5,21	0,30	1,67	68,27	18,84	7,35	0,40	0,67	0,09
HIP ₀₅											
А (критерій умов року)			0,011	0,011	0,012	0,007	0,010	0,012	0,008	0,011	–
В			0,086	0,078	0,090	0,063	0,079	0,092	0,063	0,107	–
С			0,013	0,011	0,018	0,007	0,012	0,014	0,010	0,016	–
D			0,013	0,011	0,018	0,007	0,012	0,014	0,010	0,016	–
AB			0,016	0,014	0,022	0,010	0,015	0,017	0,011	0,021	–
AC			0,032	0,028	0,038	0,019	0,029	0,035	0,024	0,040	–
AD			0,032	0,028	0,038	0,019	0,029	0,035	0,024	0,040	–
BC			0,018	0,017	0,024	0,010	0,017	0,020	0,013	0,023	–
BD			0,018	0,017	0,024	0,010	0,017	0,020	0,013	0,023	–
BC			0,025	0,022	0,030	0,017	0,023	0,026	0,018	0,031	–
ABC			0,054	0,053	0,059	0,037	0,050	0,058	0,039	0,066	–
ABD			0,054	0,053	0,059	0,037	0,050	0,058	0,039	0,066	–
ACD			0,059	0,056	0,065	0,044	0,054	0,064	0,044	0,073	–
BCD			0,062	0,058	0,067	0,047	0,056	0,070	0,045	0,076	–
ABCD			0,087	0,085	0,093	0,064	0,076	0,093	0,064	0,108	–

частку варіанту системи основного удобрення від 15,52% до 20,69%, на частку застосування регуляторів росту – від 4,58% до 9,62% а на частку позакоренових підживлень – від 19,87% до 27,37%.

Серед системи взаємодії факторів досліджу максимална частка визначена для факторів AD (4,90–8,89%) та BD (9,45%–11,04%).

Подібний характер формування показників відмічено і для гібриду Домінатор (Рис. 2).

Слід зауважити, що за структурою співвідношення головних компонент факторної системи досліджу найбільш чутливий відгук визначено для таких жирних кислот як олеїнова (С 18:1) та лінолева (С 18:2) де співвідношення (у %) за чинниками досліджу

А:В:С:D у їх формуванні становило у середньому за період досліджень 1:1,10:0,35:1,21 для олеїнової кислоти та 1:0,91:0,34:0,98 для лінолевої кислоти. У гібриду Домінатор аналогічне співвідношення для вказаних жирних кислот було на рівні 1:1,07:0,23:1,24 та 1:0,80:0,20:1,13 відповідно.

Висновки. На підставі отриманих даних доведена ефективна можливість до зміни та оптимізації жирнокислотного складу олії високоінтенсивних гібридів ріпаку озимого за комплексного поєднання системи поліпшеного основного удобрення, регулятора росту та комбінованого варіанту позакоренового підживлення що забезпечує досягнення олійності насіння на рівні 48,0% з вмістом ліноленової та олеїнової кислот на рівні 85–87%.

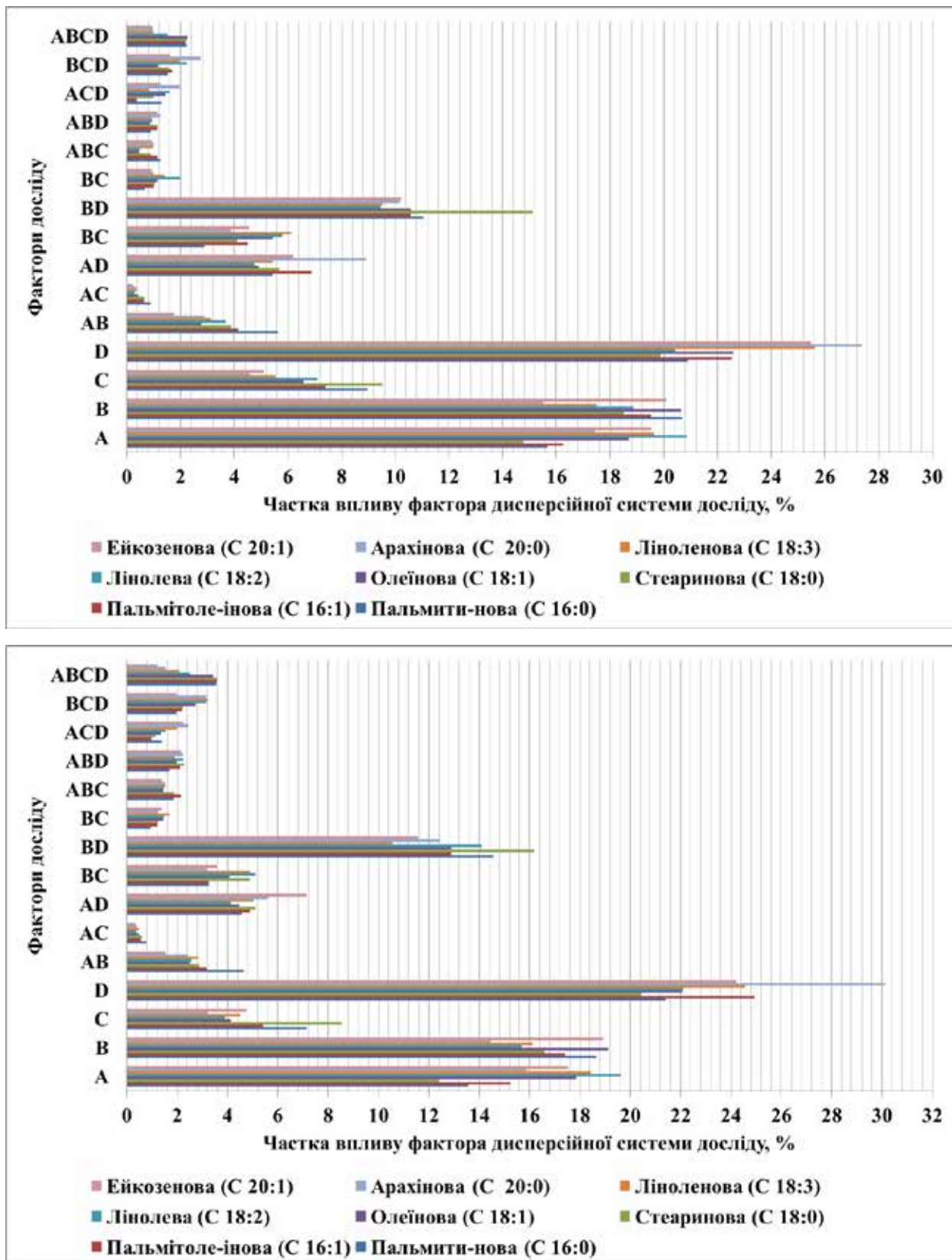


Рис. 2. Частка впливу факторів дослідження на формування компонентів жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого гібридів Абсолют (верхня позиція) та Домінатор (нижня позиція) у дисперсійній схемі дослідження за період 2021–2024 рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kaletnik H., Pryshliak V., Pryshliak N. Public Policy and Biofuels: Energy, Environment and Food Trilemma. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2020. 10 4 (36). P. 479–487.
2. Zatonski W., Campos H., Willett W. Rapid declines in coronary heart disease mortality in Eastern Europe are associated with increased consumption of oils rich in aliphatic oleic acid. *European Journal of Epidemiology*. 2008. Vol. 23. P. 3–10.
3. Zadernowski R., Sosulski F. Composition of total lipids in rapeseed. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1978. Vol. 55. P. 870–872.
4. Wang C., Li Z., Wu W. Understanding fatty acid composition and lipid profile of rapeseed oil in response to nitrogen management strategies. *International Food Research*. 2023 Vol. 165. 112565.
5. Chew S.C. Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality. *Food Research International*. 2020. Vol. 131. 108997.
6. Coonrod D., Brick M.A., Byrne P.F., DeBonte L., Chen Z. Inheritance of long chain fatty acid content in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Euphytica*. 2008. Vol. 164. P. 583–592.
7. Liersch A., Bocianowski J., Bartkowiak-Broda I. Fatty acid and glucosinolate level in seeds of different types of winter oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L.). *Communications in Biometry and Crop Science*. 2013. Vol. 8. P. 39–47.
8. Kumar P.R., Tsunoda S. Variation in oil content and fatty acid composition among seeds from the Cruciferae. In: Tsunoda S., Hinata K., Gómez-Campo C (Eds). *Brassica Crops and Wild Allies*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 1980. P. 235–252.
9. Arkadiusz S., Wojtkowiak, K., Pietrzak-fiecko R. Nutrient content, fat yield and fatty acid profile of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under different agricultural production systems. *Chilean journal of agricultural research*. 2017. Vol. 77. № 3. P. 266–272.
10. Faraji A. Oil concentration in canola (*Brassica napus* L.) as a function of environmental conditions during seed filling period. *International Journal of Plant Sciences*. 2012. Vol. 6. № 3. P. 267–278.
11. Cwalina-Ambroziak B., Stepień A., Kurowski T.P., Glosek-Sobieraj M., Wiktorski A. The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2016. Vol. 62. P. 1722–1732.
12. Ngezimana W., Agenbag G.A. Nitrogen and sulfur effects on macro and micronutrient contents in canola (*Brassica napus* L.) grown on acidic soils of the Western Cape province of South Africa. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2014. Vol. 45. P. 1840–1851.
13. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006. Vol. 117. P. 80–108.
14. Sienkiewicz-Cholewa U., Kieloch R. Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant, Soil and Environment*. 2015. Vol. 61. №(4). P. 164–170.
15. Szychaj-Fabisiak E., Murawska B., Pacholczyk L. Values of quality traits of oilseed rape seeds depending on the fertilisation and plant density. *Journal of Elementology*. 2011. Vol. 16. P. 115–124.
16. Brennan R. F., Mason M. G., Walton G. H. Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in canola (*Brassica napus*) seed. *Journal of Plant Nutrition*. 2000. Vol. 23. № 3. P. 339–348.
17. Shilan H. S., Hama S. J. Effect of NPK and organic fertilizers on yield and seed oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iraqi journal of agricultural sciences*. 2022. Vol. 53. № 4. P. 878–889.
18. Spasibionek S., Wielebski F., Liersch A., Walkowiak M. The Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Oil Quality and Seed Meal in Different Genotypes of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 2024. Vol. 14. № 8. 1232.
19. Omid H., Tahmasebi Z., Badi H.A.N., Torabi H., Miransari M. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.) as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. *Comptes Rendus Biologies*. 2010. Vol. 33. P. 248–254.
20. Shirani Rad A.H., Ganj-Abadi F., Jalili E.O., Eyni-Nargeseh H., Safavi Fard N. Zn foliar spray as a management strategy boosts oil qualitative and quantitative traits of spring rapeseed genotypes at winter sowing dates. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021. Vol. 21. № 2. P. 1610–1620.
21. Carré, P., Citeau, M., Robin, G., Estorges M. Hull content and chemical composition of whole seeds, hulls and germs in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 2016. Vol. 23. № 3. A302.
22. Kozłowska-Strawska J. Fat Content and Fatty Acid Composition in Oilseed Rape Grown in the Lubelski Region under Different Levels of Soil Sulphur Fertility. *Ecological Chemistry and Engineering. A*. 2012. Vol. 19. P. 191–201.
23. Мацера О.О. Вплив елементів технології вирощування на розвиток рослин, врожайність та якість насіння озимого ріпаку. *Danish Scientific Journal*. 2020. Issue 36 (2). C. 7–15.
24. Guan M., Huang X., Xiao Z., Jia L., Wang S., Zhu M., Qiao C., Wei L., Xu X., Liang Y., Wang R., Lu K., Li J., Qu C. Association Mapping Analysis of Fatty Acid Content in Different Ecotypic Rapeseed Using mrMLM. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 9. 1872.
25. Gacek K., Bayer P.E., Bartkowiak-Broda I., Szala L., Bocianowski J., Edwards D., Batley J. Genome-Wide Association Study of Genetic Control of Seed Fatty Acid Biosynthesis in *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 7. 2062.
26. Zhou W. Application and development prospects of rapeseed oil in biodiesel production. *Journal of Energy Bioscience*. 2024. Vol. 15. № 2. P. 74–86.
27. Методика Державного сортопробування сільськогосподарських культур. Методи визначення показників якості рослинної продукції / [за ред. О. М. Гончара]. К.: АЛЕФА, 2000. Вип. 7. 144 с.
28. Karydogianni S., Roussis I., Kakabouki I., Mavroeidis A., Stavropoulos P., Efthimiadou A., Katsenios N., Giannoglou M., Katsaros G., Beslemes D., Triantafyllidis V., Bilalis D. Seed oil content, oil yield and fatty acids composition of black mustard [*Brassica nigra*

- (L.) Koch] in response to fertilization and plant density. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2023. Vol. 51. № 1. 13061.
29. Tsytsiura Y. Evaluation of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) oil as a potential component of biofuels. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*. 2023. Vol. 43. Special issue. e20220137.
 30. Karydogianni S., Roussis I., Mavroeidis A., Kakabouki I., Tigka E., Beslemes D., Stavropoulos P., Katsenios N., Tsiplakou E., Bilalis D. The influence of fertilization and plant density on the dry matter yield and quality of black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch]: An alternative forage crop. *Plants*. 2022. Vol. 11. 2683.
 31. Varényiová M., Ducsay L. Effect of increasing spring doses of nitrogen on yield and oil content in seeds of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2016. Vol. 19. P. 29–34.
- REFERENCES:**
1. Kaletnik H., Pryshliak V., Pryshliak N. (2020). Public Policy and Biofuels: Energy, Environment and Food Trilemma. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 10 4 (36). P. 479–487.
 2. Zatonski W., Campos H., Willett W. (2008). Rapid declines in coronary heart disease mortality in Eastern Europe are associated with increased consumption of oils rich in alpha-linolenic acid. *European Journal of Epidemiology*. Vol. 23. P. 3–10.
 3. Zadernowski R., Sosulski F. (1978). Composition of total lipids in rapeseed. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Vol. 55. P. 870–872.
 4. Wang C, Li Z, Wu W. (2023). Understanding fatty acid composition and lipid profile of rapeseed oil in response to nitrogen management strategies. *International Food Research*. Vol. 165. 112565.
 5. Chew S.C. (2020). Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality. *Food Research International*. Vol. 131. 108997.
 6. Coonrod D., Brick M.A., Byrne P.F., Debonte L., Chen Z. (2008). Inheritance of long chain fatty acid content in rapeseed (*Brassica napus* L.). *Euphytica*. Vol. 164. P. 583–592.
 7. Liersch A., Bocianowski J., Bartkowiak-Broda I. (2013). Fatty acid and glucosinolate level in seeds of different types of winter oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L.). *Communications in Biometry and Crop Science*. Vol. 8. P. 39–47.
 8. Kumar P.R., Tsunoda S. (1980). Variation in oil content and fatty acid composition among seeds from the Cruciferae. In: Tsunoda S, Hinata K, Gómez-Campo C (Eds). *Brassica Crops and Wild Allies*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. P. 235–252.
 9. Arkadiusz S., Wojtkowiak, K., Pietrzak-fiecko R. (2017). Nutrient content, fat yield and fatty acid profile of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under different agricultural production systems. *Chilean journal of agricultural research*. Vol. 77. № 3. P. 266–272.
 10. Faraji A. (2012). Oil concentration in canola (*Brassica napus* L.) as a function of environmental conditions during seed filling period. *International Journal of Plant Sciences*. Vol. 6. № 3. P. 267–278.
 11. Cwalina-Ambroziak B., Stepień A., Kurowski T.P., Glosek-Sobieraj M., Wiktorowski A. (2016). The health status and yield of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) grown in monoculture and in crop rotation under different agricultural production systems. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 62. P. 1722–1732.
 12. Ngezimana W., Agenbag G.A. (2014). Nitrogen and sulfur effects on macro and micronutrient contents in canola (*Brassica napus* L.) grown on acidic soils of the Western Cape province of South Africa. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Vol. 45. P. 1840–1851.
 13. Rathke G.W., Behrens T., Diepenbrock W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 117. P. 80–108.
 14. Sienkiewicz-Cholewa U., Kieloch R. (2015). Effect of sulphur and micronutrients fertilization on yield and fat content in winter rape seeds (*Brassica napus* L.). *Plant, Soil and Environment*. Vol. 61. №(4). P. 164–170.
 15. Spychaj-Fabisiak E., Murawska B., Pacholczyk L. (2011). Values of quality traits of oilseed rape seeds depending on the fertilisation and plant density. *Journal of Elementology*. Vol. 16. P. 115–124.
 16. Brennan R. F., Mason M. G., Walton G. H. (2000). Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in canola (*Brassica napus*) seed. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 23. № 3. P. 339–348.
 17. Shilan H. S., Hama S. J. (2022). Effect of NPK and organic fertilizers on yield and seed oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iraqi journal of agricultural sciences*. Vol. 53. № 4. P. 878–889.
 18. Spasibonek S., Wielebski F., Liersch A., Walkowiak M. (2024). The Influence of Nitrogen and Sulfur Fertilization on Oil Quality and Seed Meal in Different Genotypes of Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. Vol. 14. № 8. 1232.
 19. Omid H., Tahmasebi Z., Badi H.A.N., Torabi H., Miransari M. (2010). Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.) as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. *Comptes Rendus Biologies*. Vol. 33. P. 248–254.
 20. Shirani Rad A.H., Ganj-Abadi F., Jalili E.O., Eyni-Nargeseh H., Safavi Fard N. (2021). Zn foliar spray as a management strategy boosts oil qualitative and quantitative traits of spring rapeseed genotypes at winter sowing dates. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Vol. 21. № 2. P. 1610–1620.
 21. Carré, P., Citeau, M., Robin, G., Estorges M. (2016). Hull content and chemical composition of whole seeds, hulls and germs in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). Oilseeds and fats, Crops and Lipids. Vol. 23. № 3. A302.
 22. Kozłowska-Stawska J. (2012). Fat Content and Fatty Acid Composition in Oilseed Rape Grown in the Lubelski Region under Different Levels of Soil Sulphur Fertility. *Ecological Chemistry and Engineering. A*. Vol. 19. P. 191–201.
 23. Matsera O.O. (2020). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na rozvytok roslin, vrozhaivist ta yakist nasinnia ozymoho ripaku [Influence of elements of technology cultivation on plant development, yield and seed quality of winter rape]. *Danish Scientific Journal*. 2020. Issue 36 (2). P. 7–15. [in Ukrainian]
 24. Guan M., Huang X., Xiao Z., Jia L., Wang S., Zhu M., Qiao C., Wei L., Xu X., Liang Y., Wang R., Lu K., Li J., Qu C. (2019). Association Mapping Analysis of Fatty

- Acid Content in Different Ecotypic Rapeseed Using mrMLM. *Frontiers in Plant Science*. № 9. 1872.
25. Gacek K., Bayer P.E., Bartkowiak-Broda I., Szala L., Bocianowski J., Edwards D., Batley J. (2017). Genome-Wide Association Study of Genetic Control of Seed Fatty Acid Biosynthesis in *Brassica napus*. *Frontiers in Plant Science*. Vol. 7. 2062.
 26. Zhou W. (2024). Application and development prospects of rapeseed oil in biodiesel production. *Journal of Energy Bioscience*. Vol. 15. № 2. P. 74–86.
 27. Metodyka Derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti roslynnoi produktsii [Methods of State Variety Testing of Crops. Methods for determining quality indicators of plant products] (2000) / [za red. O. M. Honchara]. K.: Alefa. Vyp. 7. 144 s. [in Ukrainian]
 28. Karydogianni S., Roussis I., Kakabouki I., Mavroeidis A., Stavropoulos P., Efthimiadou A., Katsenios N., Giannoglou M., Katsaros G., Beslemes D., Triantafyllidis V., Bilalis D. (2023). Seed oil content, oil yield and fatty acids composition of black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch] in response to fertilization and plant density. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. Vol. 51. № 1. 13061.
 29. Tsytisiura Y. (2023). Evaluation of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) oil as a potential component of biofuels. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*. Vol. 43. Special issue. e20220137.
 30. Karydogianni S., Roussis I., Mavroeidis A., Kakabouki I., Tigka E., Beslemes D., Stavropoulos P., Katsenios N., Tsiplakou E., Bilalis D. (2022). The influence of fertilization and plant density on the dry matter yield and quality of black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch]: An alternative forage crop. *Plants*. Vol. 11. 2683.
 31. Varényiová M., Ducsay L. (2016). Effect of increasing spring doses of nitrogen on yield and oil content in seeds of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2016. Vol. 19. P. 29–34.

Томчук О.М. Формування якості насіння ріпаку озимого залежно від комплексних варіантів його удобрення

Метою досліджень було встановити особливості формування жирнокислотного складу насіння ріпаку озимого залежно від комбінаторики варіантів системи удобрення.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2021–2024 років на базі ТОВ «ВІН-АГРО ГРУП» на сірих лісових ґрунтах з середнім потенціалом родючості. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Дослід передбачав вивчення таких факторів: А – річні умови періоду вегетації, В – варіант основного удобрення, С – застосування регуляторів росту, D – система позакореневих підживлень.

Результати. Доведена можливість корегувати і змінювати як вміст олії у насінні ріпаку озимого, так і її жирнокислотний склад за рахунок комбінованого застосування оптимізованих варіантів основного удобрення та системи позакореневих підживлень. Встановлено оптимальні варіанти удобрення, які дозволяють отримати олійність високо інтенсивних гібридів ріпаку озимого на рівні 48,0% з сумою технологічно цінних жирних кислот

на рівні 85–87% у загальній структурі її жирно кислотного складу.

Висновки. Визначено агротехнологічно доцільний варіант удобрення ріпаку озимого, який передбачає: ВВСН 00: Діамофоска N-10% P-26% K-26% + 1S (144 кг/га під оранку) + Росаферт 15-15-15 (150 кг/га при посіві); ВВСН 14-16: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га + ВВСН 19-20 (по мерзлоталому ґрунту): КАС-32 (189 л/га) + Тіосульфат амонію (22 л/га)) + ВВСН 35-39: Карамба Турбо 0,65 л/га + Букат 0,35 л/га; + ВВСН 31-34: Розалік (В, Мо, S) (1 л/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га) + ВВСН 51–53: Розасоль 18-18-18 +МЕ (3 кг/га) + ад'ювант Спрей-Ейд (0,08 л/га).

Застосування даної системи комбінованого удобрення дозволяє максимально реалізувати генотипів потенціал олійності гібридів ріпаку на рівні 46–48% за оптимізованого співвідношення основних компонентних жирних кислот.

Ключові слова: вміст олії, жирнокислотний склад олії, удобрення, регулятори росту, позакореневі підживлення.

Tomchuk O.M. Formation of quality of winter rape seeds depending on the complex variants of its fertilization

The aim of the research was to establish the peculiarities of the formation of fatty acid composition of winter rape seeds depending on the combinatorics of fertilizer system variants.

Methods. The study was conducted during 2021–2024 on the basis of VIN-AGRO GROUP LLC on gray forest soils with medium fertility potential. The experiment was replicated four times. The placement of the variants was systematic in two tiers. The experiment involved the study of the following factors: A – annual conditions of the growing season, B – variant of the main fertilizer, C – application of growth regulators, D – foliar fertilization system.

Results. The possibility of adjusting and changing both the oil content in winter rape seeds and its fatty acid composition through the combined use of optimized variants of the main fertilizer and the foliar fertilization system was proved. The optimal fertilization options that allow obtaining an oil content of high-intensity winter rape hybrids at the level of 48.0% with the amount of technologically valuable fatty acids at the level of 85–87% in the total structure of its fatty acid composition were established.

Conclusions. The agro-technologically expedient variant of fertilization of winter rape was determined, which provides:

BBCH 00: Diamofoska N-10% P-26% K-2 6% + 1S (144 kg/ha for plowing) + Rosafert 15-15-15 (150 kg/ha for sowing); BBCH 14-16: Karamba Turbo 0.65 l/ha + Bukat 0.35 l/ha; BBCH 19-20 (on thawed soil): CAS-32 (189 l/ha) + Ammonium thiosulfate (22 l/ha)); BBCH 35-39: Karamba Turbo 0.65 l/ha + Bukat 0.35 l/ha; BBCH 31-34: Rosalik (B, Mo, S) (1 l/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 l/ha); BBCH 51–53: Rosasol 18-18-18+ME (3 kg/ha) + adjuvant Spray-Aid (0.08 l/ha).

The use of this system of combined fertilizer allows to maximize the oil content potential of rapeseed hybrids at the level of 46–48% with an optimized ratio of the main component fatty acids.

Key words: oil content, fatty acid composition of oil, fertilizers, growth regulators, foliar feeding.

РОЛЬ КОРЕНЕВОЇ БІОМАСИ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ У ФОРМУВАННІ ЇЇ ПОТЕНЦІЙНОЇ СИДЕРАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

ЦИЦЮРА Я.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-9167-833X

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сьогодні відбуваються зміни в тактиці удобрення зумовлені як актуалізацією підходів циркулярної економіки, так і внаслідок вираженого дефіциту органічних добрив, зумовлених переробкою відходів тваринництва на біогаз за рахунок процесів анаеробної ферментації [1]. Це істотно розширює заміну класичних органічних добрив на їх альтернативні варіанти у формі рослин-сидератів, які окрім надійного і екологічноспрямованого джерела рослинної органіки, володіють рядом виражених ґрунтореабілітаційних та ґрунтовідновлюючих властивостей [2, 3].

Слід відмітити, що у дослідженні ефективності сидерації основна увага акцентується на вивченні факторів, які визначають якість та обсяги сформованої надземної та кореневої біомаси з оцінкою швидкості її трансформації як альтернативного джерела органіки у ґрунті. За таких підходів залишаються нез'ясованими цілий ряд важливих питань і процесів просторової морфометрії коренів у ґрунтовому профілі, які забезпечують динамізм формування надземної маси, адаптивну пристосованість відповідних видів рослин сидератів до зміни гідротермічних режимів вегетації, вологозабезпечення та ґрунтових умов родючості, вплив на агрофізичні та агрохімічні режими ґрунту [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку ряду дослідників [5, 6] ефективну роль сидерату слід обов'язково розглядати з врахуванням дуальних процесів щодо оптимізації умов ґрунтового живлення та супутніх ґрунтових властивостей як з позиції безпосереднього впливу сформованої надземної біомаси у результаті її трансформації у ґрунтовому профілі, так і з позиції впливу кореневої біомаси на ці ж процеси з врахуванням синергічної або ж антиподної дії даних підсистем. Цей вплив визначається оцінкою особливостей динамізму формування коренів за різних варіантів галушення, просторової поширеності з огляду на особливості щільності агроценозу відповідного сидерату та комплексу властивостей ґрунту.

Відмічається, що різні види рослин-сидератів мають широкий інтервал норм реакції залежно від ґрунтово-кліматичних ресурсів території формуючи істотно відмінні варіанти коефіцієнту продуктивності кореневих систем, просторову морфометрію та тропачію у межах товщини ґрунтового профілю [7]. Такі особливості формують видоспецифічні процеси взаємодії кореневих систем із відповідними ґрунтовими горизонтами та при сидеральному використанні відповідних видів рослин, забезпечують додаткові надходження як органіки у ґрунт, так і формують передумови для зміни окремих агрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту [8].

Інша важлива складова забезпечує вплив на ґрунтовий профіль різних механізмів функціонування кореневої системи як за загального механічного впливу через галушення, вертикальний та радіальний ріст, так і через механізми кореневого поглинання та виділення, формування мікоризних систем, реалізації ефектів ґрунтового дренажу, оструктурення, збільшення загальної пористості та сукупної аерації профілю ґрунту [9, 10].

При цьому вказується на обов'язковість комплексного вивчення взаємодії певного виду рослини-сидерату із ґрунтом з огляду на менш тривалий період імплементації сидеральної маси та більш тривалий період ростових процесів кореневих систем та їх послідовного розкладення у ґрунті [11]. За рядом досліджень [12–14] тільки комбінований варіант аналізу гарантує з'ясування ефективності та доцільності сидерації, істотно поліпшує підбір видів сидератів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов та різних біоорганічних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

У цьому плані в останні періоди активізувались наукові дослідження щодо формування кореневих систем рослин-сидератів різних видів [15–18]. У даних дослідженнях наголошується, що рослина сидерат як головний компонент біоорганічного колообігу у системі ґрунт-рослина-довкілля має обов'язково розглядатись у єдиному комплексі динамізму різнонаправлених процесів формування надземної біомаси (вертикальний та радіальний ріст) у зеркальному відображенні аналогічних процесів притаманних кореневій системі.

Мета. З огляду на вище наведені аргументи, метою тривалого циклу оцінок було дослідження формування кореневої системи редьки олійної (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) з позиції особливостей екологічної адаптивності, просторової її морфометрії для різних варіантів сидерального використання на сірих лісових ґрунтах.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2014–2024 рр. на дослідному полі Вінницького національного аграрного університету (N 49°11'31", E 28°22'16".) на сірих лісових ґрунтах. Агрохімічний потенціал поля мав такі середньобагаторічні показники: вміст гумусу 2,68% легкогідролізованого азоту 81,5 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 176,1 мг/кг ґрунту, обмінного калію 110,8 мг/кг ґрунту, $R_{\text{кл}}$ 5,8.

У дослідженнях було використано сорт редьки олійної Журавка. Застосовано сидеральний тип конструювання посівів (норма висіву 2,5 млн. схожих насінин на га за міжряддя 15 см). Досліджувалося два строки сидерації весняний та літній. Весняний строк передбачав посів у першій–другій декаді квітня з досягненням

фази цвітіння (ВВСН 64–67) як оптимальний для сидерації [19] на другу–третю декаду червня. Літній строк відповідав сівбі у другій–третій декаді липня з досягненням фази цвітіння (ВВСН 64–67) на другу–третю декаду жовтня.

Дослідні ділянки було сформовано у чотирьохразовій повторності методом рендомізації з обліковою площею ділянки 25 м². Фенологічні фази розвитку рослин ідентифікували за стандартними шкалами ВВСН. Облік надземної маси рослин проводили на фазу цвітіння методом пробних майданчиків (1 м²) (по 4 у кожному повторенні, зважування на лабораторних вагах (WALCOM LB3002/±0.01 g)). Вміст сухої речовини в надземній та кореневій масі рослин визначали методом висушування до постійної ваги при 105 °С та озоленням при 550 °С [20]. Польовий аналіз біопродуктивності та морфогенезу кореневої системи рослин проводили на фазу цвітіння при застосуванні методу монолітів (відповідно до ряду рекомендацій [21, 22]). Моноліти формували з вертикального профілю ґрунту з кроком в 10 см. В аналіз було включено два рядки рослин із глибиною охоплення до 10 рослин у чотирьохразовому повторенні. Було використано металічні короби із загостреними краями із відкритим верхом (совковий тип, товщина стінок 3 мм) розміром 30 см×33,3 см×10 см (обліковий об'єм ~0.01 м³). Для обрізки монолітного прошарку по зовнішній фронтальній стінці застосовували вертикальну загострену металічну пластину розміром 10 см×34 см×0.3 см. Це дозволило ущільнювати стінки моноліта. Кожний відібраний мікромоноліт маркувався та пакувався у герметичні пакети та зберігався при температурі 5 °С з послідовним промиванням водою для вагового та структурного аналізу. Для промивної сепарації коренів застосовувалась колонка решіт (сита лабораторні із дрітаної сітки 4.0 mm, 2.0 mm, 1.0 mm, 0.5 mm and 0.25 mm).

Лінійні морфологічні параметри кореневої системи визначали шляхом прямого вимірювання із використанням електронного штангенциркуля (Digital Caliper, Германія (±0.01 mm)).

Вихід кореневої біомаси (ВКБ) розраховували відповідно до базових рекомендацій [23]. На основі визначеної довжини та маси коренів, отриманих з монолітних зразків (відповідно до [24]), було визначено такі показники (з позначенням відповідно до офіційної міжнародної абревіатури терміну), як: щільність довжини коренів (RLD, см/см³, рівняння 1), щільність маси коренів (RMD, мг/см³, рівняння 2), питома довжина коренів (SRL, м/г, рівняння 3) та відсоток розподілу маси коренів у профілі ґрунту (PRWD (у сирій масі після 3 годин нормального сушіння на повітрі), %, рівняння 4).

$$RLD = \frac{\text{довжина коренів}}{\text{об'єм ґрунту}} \quad (1)$$

$$RMD = \frac{\text{суха маса коренів}}{\text{об'єм ґрунту}} \quad (2)$$

$$SRL = \frac{\text{довжина коренів}}{\text{суха маса коренів}} \quad (3)$$

$$PRWD = \frac{\text{маса коренів для відповідної товщини ґрунтового профілю}}{\text{загальна маса коренів в ґрунтовому профілі}} \times 100 \quad (4)$$

Для аналізу гідротермічних умов було застосовано такі показники як середньодобова температура (°С), сума опадів (мм), відносна вологість повітря (%), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (рівняння 5), Індекс посушливості Де Мартона (I_{DM}) (рівняння 6), Коефіцієнт зволоження (K_s) (рівняння 7).

$$ГТК = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (5)$$

де: $\sum R$ – сума опадів (мм) за період з температурою вище 10 °С, $\sum t_{>10}$ – сума ефективних температур за той самий період. Ранжування умов за значенням ГТК: ГТК > 1,6 – надмірна вологість, ГТК 1,3–1,6 – волога, ГТК 1,0–1,3 – помірно суха, ГТК 0,7–1,0 – суха, ГТК 0,4–0,7 – дуже суха.

$$I_{DM} = \frac{12P_m}{T_m + 10} \quad (6)$$

де P_m і T_m – кількість опадів і середня температура повітря у відповідному місяці відповідно (за IDM можна класифікувати клімат: посушливий $IDM < 10$; напівпосушливий $10 \leq IDM < 20$; середземноморський $20 \leq IDM < 24$; напіввологий $24 \leq IDM < 28$; вологий $28 \leq IDM < 35$; дуже вологий $35 \leq IDM \leq 55$; надзвичайно вологий $IDM > 55$).

$$K_s = \frac{P}{E} \quad (7)$$

де: K_h – коефіцієнт зволоження; P – сума опадів за аналізований період, мм; E – випаровуваність за аналізований період, мм, яку розраховували за рівнянням 9 (різний ступінь вологості K_s : $K_s > 1,0$ – надмірний, K_s близький до 1 – оптимальний, $K_s = 1,0$ –0,6 – нестабільний, $K_s = 0,6$ –0,3 – недостатній).

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - a) \quad (8)$$

де за аналізований період: t – середня температура повітря °С; a – середня вологість повітря, %.

Оцінка гідротермічних умов за період вирощування редьки олійної представлена в таблиці 1.

Для обробки результатів досліджень було застосовано базові показники варіаційної статистики (стандартне відхилення (SD), коефіцієнт варіації (C_v) при $p < 0.05$ та $p < 0.01$ за використання Statistica 10 (StatSoft – Dell Software Company, USA). Для ідентифікації істотності різниці між показниками примінено дисперсійний аналіз з визначенням найменшої істотної різниці для статистичного рівня значущості $p < 0.05$.

Результати досліджень. Багаторічний період вивчення з міжрічним показником варіювання кількості опадів на рівні 33,78% та середньодобової температури на рівні 17,55%, деталізує гідротермічний режим періоду досліджень як нестабільний (від екстрасухлих умов на фоні інтенсивного наростання середньодобової температури (I_{DM} 2,5; K_s 0,05; ГТК 0,014 (Таблиця 2)) до умов надмірного зволоження на фоні помірних температур (I_{DM} 111,0; K_s 3,29; ГТК 4,902)). Це дозволило оцінити екологічну

Таблиця 1

Оцінка значень гідротермічних режимів періоду активної вегетації редьки олійної для варіанту літньої та осінньої сидерації (зона Dfa/Dfb (Köppen-Geiger climate classification)), 2014–2024 рр.

Рік	Сума опадів, мм (IV–VI)	$t_{aver}^{\circ C}$ (IV–VI)	Місяці періоду вегетації								
			IV			V			VI		
			ГТК	I _{DM}	K ₃	ГТК	I _{DM}	K ₃	ГТК	I _{DM}	K ₃
Варіант літньої сидерації											
2014	339.6	13.84	0.725	45.7	1.18	3.928	88.9	2.11	1.545	34.8	0.83
2015	142.3	14.36	0.645	37.3	0.78	0.917	20.6	0.41	0.715	16.9	0.27
2016	193.4	15.06	0.296	21.6	0.44	0.489	40.4	0.99	1.265	29.9	0.75
2017	125.1	14.07	3.919	39.2	0.75	0.777	16.8	0.34	0.504	11.9	0.22
2018	170.8	16.38	0.290	10.8	0.19	0.308	7.2	0.12	4.404	103.7	2.31
2019	398.5	15.39	0.565	33.5	0.72	4.902	111.0	3.29	1.682	41.4	0.96
2020	343.8	13.67	0.091	36.4	0.50	5.327	106.4	3.18	1.548	37.3	0.89
2021	282.8	13.26	0.233	38.8	0.96	3.125	66.7	1.64	1.679	39.8	1.00
2022	242.1	14.30	0.563	57.4	2.33	1.430	31.3	0.79	1.496	36.1	0.85
2023	239.8	14.18	1.543	91.5	3.33	0.085	1.90	0.04	1.640	38.9	0.87
2024	262.1	16.27	3.259	47.5	3.18	0.577	13.19	0.24	1.660	40.4	0.98

Рік	Сума опадів, мм (VII-X)	t_{aver}^{oC} (VII-X)	Місяці періоду вегетації											
			VII			VIII			IX			X		
			ГТК	I _{DM}	K ₃	ГТК	I _{DM}	K ₃	ГТК	I _{DM}	K ₃	ГТК	I _{DM}	K ₃
Варіант осінньої сидерації														
2014	250.8	15.4	1.312	32.7	0.77	1.049	26.0	0.51	1.252	25.7	0.56	1.770	35.8	0.93
2015	160.8	16.6	0.321	8.1	0.14	0.124	3.1	0.05	1.184	26.8	0.63	3.039	49.4	1.25
2016	212.7	15.6	1.056	26.5	0.55	0.898	22.0	0.43	0.014	2.5	0.05	0.548	63.4	2.45
2017	318.0	16.0	1.524	37.5	0.72	0.819	20.7	0.38	3.100	61.2	1.57	1.065	30.0	1.26
2018	273.4	16.4	2.158	53.4	1.63	0.585	14.6	0.30	1.378	27.2	0.71	0.873	27.6	0.95
2019	161.7	16.0	1.013	24.4	0.56	0.237	5.9	0.11	0.994	20.7	0.42	0.383	27.4	0.93
2020	245.4	17.6	0.589	14.7	0.31	0.527	13.2	0.22	0.859	27.5	0.54	2.544	60.6	3.05
2021	176.9	15.4	0.782	20.1	0.45	1.459	35.7	0.91	0.705	17.6	0.51	0.000	1.7	0.04
2022	436.6	16.0	0.900	22.4	0.58	1.712	43.1	1.06	4.960	98.1	2.60	3.167	51.4	1.50
2023	247.1	18.3	1.414	35.8	0.82	0.652	16.9	0.36	1.015	23.4	0.63	1.025	29.9	0.93
2024	219.8	19.6	1.190	31.1	0.66	0.771	19.8	0.41	0.445	10.6	0.22	1.173	30.5	1.06

* середня середньодобова температура ($^{\circ}C$).

адаптаційну стратегію формування кореневої системи редьки олійної та показники її біопродуктивного потенціалу. За результатами тривалих оцінок у різних ґрунтово-кліматичних зонах [25, 26] визначено доцільність використання певного виду рослин у якості покривної культури сидерального та фіторекультивативного напрямку за умови формування надземної фітомаси у сухій речовині на рівні до 1.5–2.0 т/га, а кореневої маси на рівні 0.8–1.0 т/га з коефіцієнтом продуктивності кореневої системи 1.8–2.0. Такі значення формують достатній рівень сидераційного потенціалу рослин з позиції поповнення ґрунту органічною біомасою, оптимізації його агрофізичних і агрохімічних властивостей та забезпечують можливість адаптації рослин до лімітуючих гідротермічних чинників території з огляду на потенціал сформованих кореневих систем. Представленими результатами (Рис. 1) на сірих лісових ґрунтах потенціал родючості яких оцінено як середній – визначено середньобаторічний рівень сформованої кореневої біомаси була 8,45 і 5,26 т/га

у сирій та 1,77 та 1,19 т/га у сухій речовині за рівня міжрічного варіювання в інтервалі 40,86–44,72%.

З позиції поширеності кореневої системи редьки олійної в ґрунтовому профілі за показником відсотку розподілу маси коренів у профілі ґрунту (PRWD) (Таблиця 2) встановлено ряд особливостей, які підтверджують цінність редьки олійної як сидеральної культури. Визначено, що основна маса коренів у середньобаторічному вимірі зосереджена як за весняного, так і за літнього строку сівби на глибині до 30 см – 82,80% та 90,05% відповідно. Структурне співвідношення концентрації маси коренів для глибин 10–20–30 см було 1.00:0.78:0.38 у варіанті весняного строку сівби та 1.00:0.74:0.29 у варіанті літнього строку.

Такий характер формування з огляду на дослідження [7, 18, 19, 26, 27] дозволили віднести редьку олійну до сидеральних культур інтенсивного ґрунтового дренажу у верхній та середній частині ґрунтового профілю за варіанту короткого вегетаційного періоду до сидерального використання. Середні темпи наростання біомаси

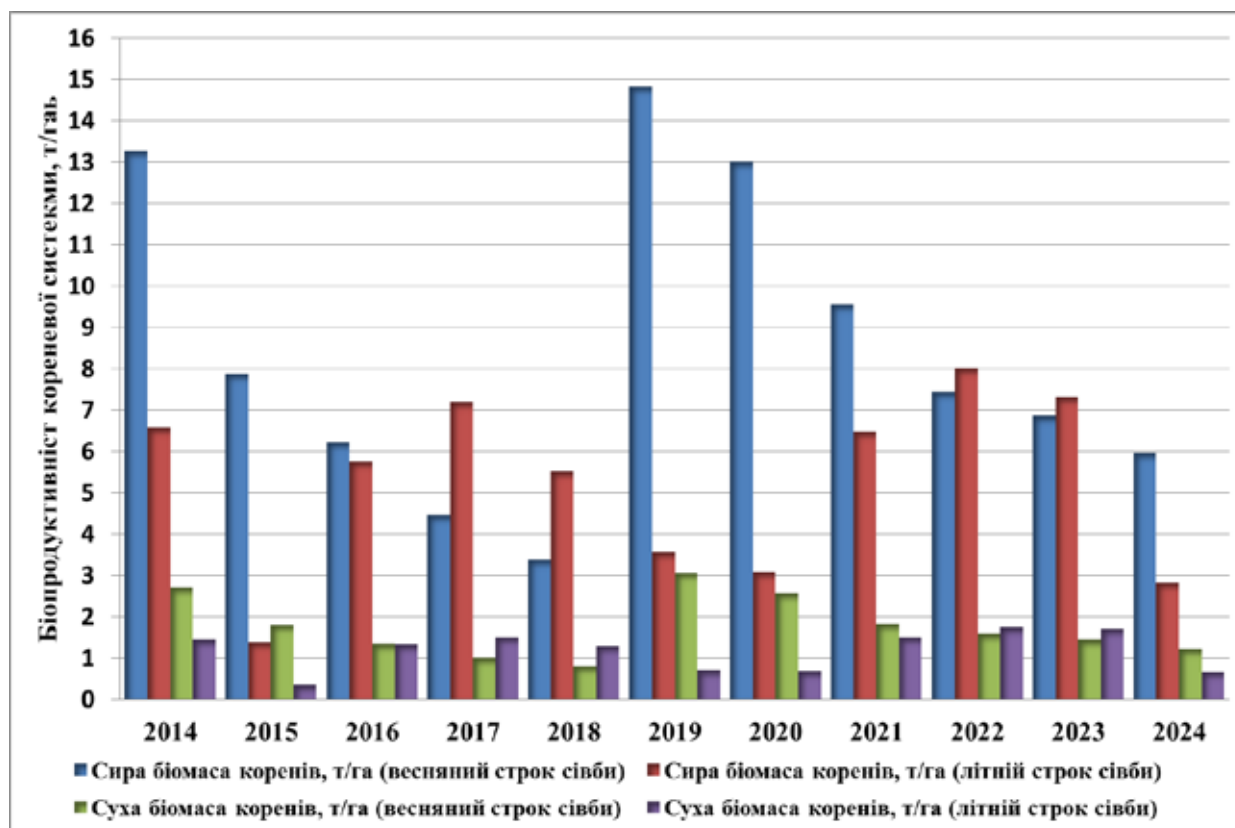


Рис. 1. Показники біопродуктивності кореневої системи редьки олійної на фазу цвітіння (BBCH 64–67), 2014–2024 рр.

коренів з врахуванням темпів ґрунтопоглиблення були за весняного строку сівби на рівні 0,85 %/добу для глибини 0–10 см, 0,81 %/добу для глибини 10–20 см, 0,49 %/добу для глибини 20–30 см та 0,39 %/добу для глибини 30–40 см. Аналогічні показники у варіанті літнього строку сівби були 0,84, 0,73, 0,32 та 0,25 %/добу відповідно.

Межа на рівні глибин 30–40 см була домінуючою у всі роки як зона переходу між щільноконцентрованим варіантом просторового розміщення коренів різного варіанту галушення до дифузного з домінуванням тонких морфологічних елементів кореневих галушень різного порядку.

При цьому потенційна ймовірність ідентифікації кореневої системи за межою 40 см глибини в профілі ґрунту істотно знижується. У підсумку середня багаторічна частка маси коренів для глибини до 50 см становила на рівні 2,12–3,92% за весняного та 0,63–1,18% за літнього строку сівби. Ймовірність ідентифікації коренів для глибини понад 50 см знижується менше 1.5% за весняного та нижче 0.5% за літнього строку сівби. При цьому середня за період оцінки глибина проникнення кореневої системи була 64,41 см за весняного та 47,36 см за літнього строку сівби. Такі параметри дозволили класифікувати розвиток кореневої системи редьки олійної з огляду на вказані строки сидерації (у середньому 50 діб після сходів) та середньорічний досяжний рівень сформованої кореневої біомаси 8,45 за весняного та 5,26 т/га за літнього строку сівби як середньінтенсивний з високими темпами ґрунтопоглиблення

та високою концентрацією біомаси коренів на одиницю об'єму сформованої зони поширеності коренів від осьового центру стрижневої частини кореня.

При цьому встановлено максимальне радіальне поширення бічних коренів в інтервалі від 10 до 17 см залежно від року досліджень з мінімальною індикацією для глибини в інтервалі 50–75 см.

Детальний сегментний аналіз монолітних зразків у вертикальній проекції довів складний ярусний характер формування кореневої системи редьки олійної для обох строків сівби у застосуванні шести градацій відсоткового поширення галушень у межах профілю. В оцінці міжрядкового сегменту оцінки за весняного строку сівби частка коренів із ймовірністю ідентифікації в інтервалі 85–100% була зосереджена у горизонтальному напрямку на відстані 5–8 см від стрижневої частини кореня, а у вертикальному на відстані 24–28 см від поверхні. Максимальна горизонтальна поширеність кореневої системи у середньобагаторічному вимірі була відмічена на глибині 10–12 см на відстані 8–12 см від стрижневої частини кореня. Градаційний крок зміни горизонтального поширення кореневої системи був в інтервалі від 3 до 7 см. Галушення кореневої системи із вертикальним розміщенням у профілі відмічено у зонах із ймовірністю ідентифікації у профілі в інтервалі 40–85%. Довжина даних галушень від 8 до 24 см. Інтенсивність такого галушення за глибиною та частотою появи зростала у напрямку від периферії до осьового центру стрижневої частини кореня.

Таблиця 2

Відсоток розподілу маси коренів у профілі ґрунту (PRWD) редьки олійної на фазу цвітіння (VBCH 64–67) за різного строку сівби, %, 2014–2024

Горизонт профілю грунту, м	Рік спостережень											НІР _{0.5}
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Весняний строк сівби												
0,0–0,1	45,8	36,0	43,6	31,1	29,9	47,8	44,3	35,2	34,3	35,3	38,7	1,9
0,1–0,2	33,4	34,5	30,6	25,6	26,8	31,5	28,9	28,5	30,7	31,3	26,5	1,1
0,2–0,3	10,3	11,2	11,5	15,4	15,9	12,1	12,8	20,9	16,9	15,7	17,8	0,8
0,3–0,4	7,1	11,8	10,1	13,2	12,5	6,8	9,7	9,7	10,5	10,9	12,3	0,7
0,4–0,5	2,5	2,9	3,5	8,5	8,9	1,8	2,4	3,4	3,9	2,5	2,8	1,2
0,5–0,6	0,9	1,8	0,7	4,3	2,6		1,9	2,3	2,5	2,3	1,9	0,5
0,6–0,7		1,3		1,2	2,1				1,2	2,0		0,5
0,7–0,8		0,5		0,7	1,3							0,6
0,0–0,3	89,5	81,7	85,7	72,1	72,6	91,4	86	84,6	81,9	82,3	83	1,2
0,0–0,5	99,1	96,4	99,3	93,8	94	100	98,1	97,7	96,3	95,7	98,1	0,7
0,5–1,0	0,9	3,6	0,7	6,2	6,0	0,0	1,9	2,3	3,7	4,3	1,9	1,4
СГПК", см	58,8	75,7	57,9	78,9	79,1	47,5	58,4	55,4	68,4	69,2	57,2	2,3
Літній строк сівби												
0,0–0,1	47,5	49,1	44,1	51,8	49,8	40,4	43,2	35,8	48	39,2	38,2	2,1
0,1–0,2	32,4	43,5	30,8	36,8	32,6	33,5	33,9	29,1	25,7	30,7	31,6	1,7
0,2–0,3	11,5	4,2	13,2	8,4	10,9	14,1	12,8	20,3	16,9	16,3	14,2	1,5
0,3–0,4	8,1	1,4	11,2	2,2	6,3	8,8	9,7	14,1	8,9	13,1	10,8	1,9
0,4–0,5	0,5	1,1	0,7	0,8	0,4	2,7	0,4	0,7	0,5	0,7	4,5	0,5
0,5–0,6		0,7				0,5					0,7	0,3
0,0–0,3	91,4	96,8	88,1	97	93,3	88,0	89,9	85,2	90,6	86,2	84,0	2,1
0,0–0,5	100	99,3	100	100	100	99,5	100	100	100	100	99,3	1,1
0,5–1,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5
СГПК", см	42,8	57,6	46,9	41,3	40,9	58,9	42,5	48,7	40,9	44,7	55,8	3,5

*НІР_{0,5} за принципом арктангенсного перетворення для значень у відсотках; СГПК – середня глибина проникнення кореня.

Зона перекриття галузень кореневої системи редьки олійної у варіанті способу сівби у дослідженнях знаходилась у межах 7–9 см від осевих центрів коренів рослин у рядку та була максимальною на глибині від 6 до 12 см та мала тенденцію до істотного зниження вже з глибини 14–16 см де переважала взаємодія коренів бічного галузнення вертикальної тропачії. Максимальна компактність системи тропачії галузень кореневої системи редьки олійної за весняного строку сівби відмічена на в інтервалі глибини 2–24 см, а максимальна дифузність в інтервалі глибини 44–70 см.

У варіанті літнього строку сівби частка коренів із ймовірністю ідентифікації в інтервалі 85–100% на профілі зосереджувалась у горизонтальному напрямку на відстані 4–7 см від стрижневої частини кореня, а у вертикальному на відстані 18–24 см від поверхні. Максимальна горизонтальна поширеність кореневої системи у середньобаторічному вимірі була відмічена на глибині 8–10 см на відстані 6–8 см від стрижневої частини кореня. Градаційний крок зміни горизонтального поширення кореневої системи був в інтервалі від 3 до 5 см. Інтенсивність вертикального галузнення відповідно до частоти трапляння в сітці профілю на 22,77% була вищою ніж за весняного строку сівби при переважанні

їх розміщення на коренях горизонтального поширення із ймовірністю ідентифікації 40–70%. Довжина за глибиною вертикальних галузень була в середньому на 15,92% меншою ніж аналогічний показник за весняного строку сівби. Максимальна компактність системи тропачії галузень кореневої системи редьки олійної за даного строку сівби визначена в інтервалі глибини 2–14 см, а максимальна дифузність в інтервалі глибини 22–40 см. Зона перекриття галузень кореневої системи була представлена переважно галузненнями вищих порядків та у підсумку була за площею присутності у сітці квадратиків профілю на 18,45% меншою. Ступінь розвитку кореневої системи у загальному вертикальному профілі була 34,85% за 72,25% для глибини 0–30 см. Тобто за літнього строку у редьки олійної формується коренева система із більшою часткою галузень вищих порядків на фоні мініюаризації морфологічних і вагових параметрів даних галузень У межах внутрішньорядкового інтервалу за збереження загального характеру глибини проникнення відмічено загальну редукції бічних галузень у середньому на 18,7% за весняного та 25,9% за літнього строку сівби за одночасного зростання інтенсивності галузнення у зонах перекриття на 41,8% за весняного та на 27,5% за літнього строку сівби сидерату.

Для умов достатнього (умови 2014, 2021, 2022, 2024 років) та надмірного (2019 рік) визначено більш складну конфігурацію профілю за зростання радіального поширення бічних галузень від осі кореня на 15,5–20,7% за одночасного зростання розмаху варіації у числі максимально досяжної довжини індикації та збільшення ординарного положення зони інтенсивного галузнення до рівня глибини профілю 25–40 см. В силу цього за таких умов відмічено формування широкої зони потенційного галузнення на рівні 20–30 см із різким переходом до інтенсивного звуження радіальної поширеності коренів. За умов посушливого періоду вегетації для обох строків зона інтенсивного бічного галузнення набуває вираженого дифузного характеру за повільного зменшення індикації поширеності коренів у горизонтальному напрямку профіля. При цьому визначено адаптивну закономірність зростання глибини проникнення кореневої системи редьки олійної за зниження вологозабезпечення при дефіциті атмосферного зволоження та інтенсивного наростання середньодобової температури, що формує градієнтну межу між зволуженим та критично зневолуженим ґрунтом. Проте у рослин з адаптивними механізмами посухостійкості відмічено посилення ростових процесів кореневої системи за рахунок тонких її морфоелементів [12, 28]

(Рис. 2) із формуванням більш інтенсивного дифузного охоплення відповідного шару профілю ґрунту. Це формувало компенсуючий механізм погіршення ґрунтового вологозабезпечення за рахунок збільшення площі всмоктування [29].

З огляду на представлені ординатні значення вертикальної проникності кореневої системи редьки олійної в роки із низькими значеннями гідротермічного коефіцієнту, коефіцієнтів зволоження та посушливості (Таблиця 1, умови 2015, 2016, 2017 та 2018 року для умов весняного та 2015, 2016, 2019, 2021 року для умов літнього строку сівби при середній глибині індикації проникнення кореневої системи 72,9 см та 55,07 см відповідно), що у середньому на 13,3 см та 14,03 см було вищим, ніж для умов достатнього зволоження (роки 2014, 2019, 2020, 2021 за весняного строку сівби та 2014, 2017, 2018 та 2022 рік за літнього строку сівби) – редьку олійну можна віднести до культур, які володіють даною властивістю, що доводить високу потенційну можливість використання редьки олійної як сидерату у системі проміжного різнострокового використання.

Характер і значення темпів формування кореневої біомаси редьки олійної з точки зору накопичення в ґрунтовому профілі органічної речовини підтверджено аналізом основних констант просторового розвитку коренів.

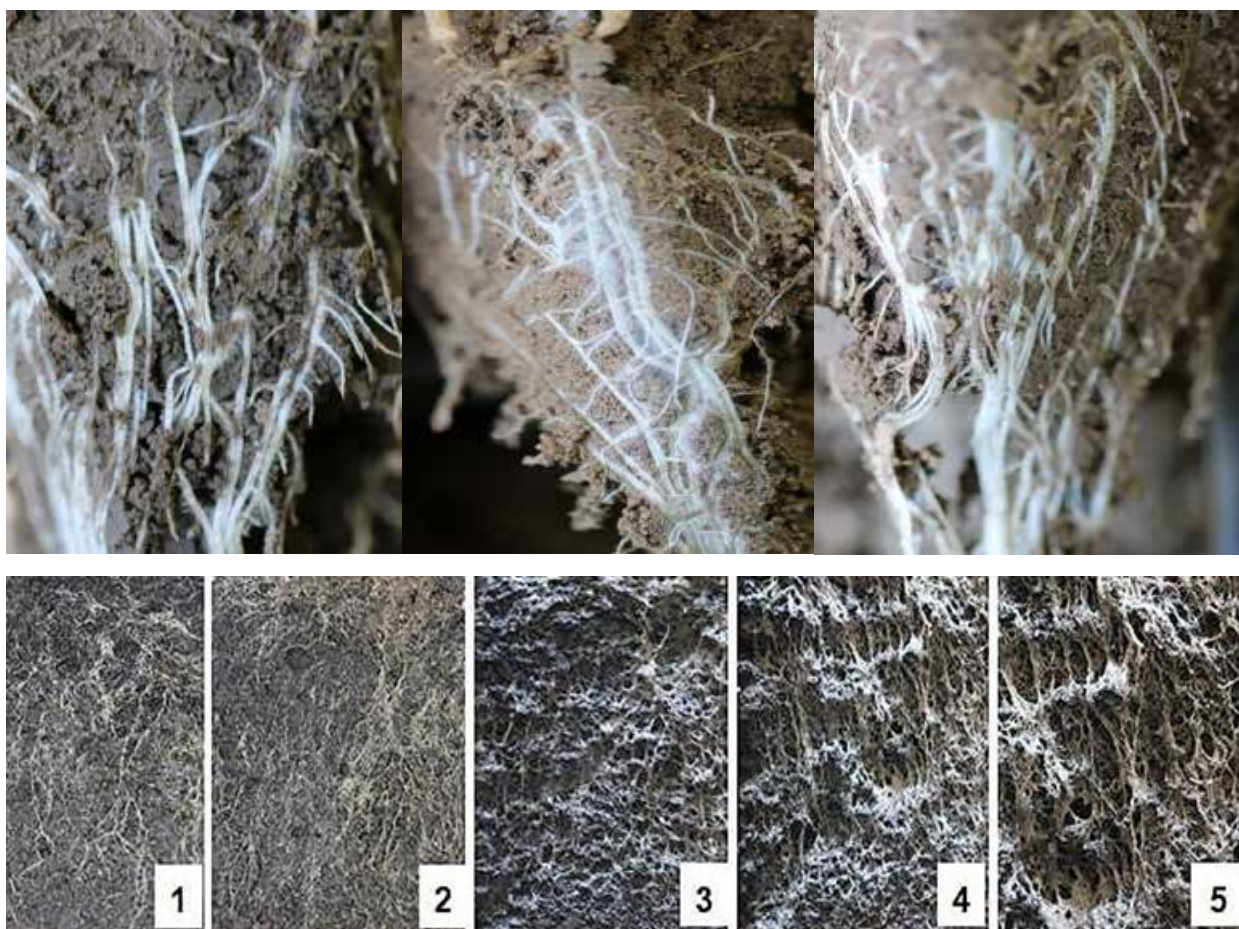


Рис. 2. Відмиті кореневі галузнення редьки олійної третього та наступних порядків у монолітному зразку, 2023 рік (верхня позиція: точкове профільне відмивання; нижня позиція: 1–5 – послідовні етапи профільного відмивання галузень)

Таблиця 3

Морфологічні особливості кореневої системи редьки олійної за весняного строку сівби на фазу цвітіння (ВВСН 64–67), 2014–2024 рр.

Горизонт грунтового профілю	Рік досліджень											НІР _{0,5}
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Щільність довжини коренів (RLD), см/см³												
0,0–0,1	5,53	3,58	3,08	1,89	1,71	6,56	5,27	3,85	3,23	2,31	2,24	0,32
0,1–0,2	4,15	3,09	2,71	1,12	1,02	4,89	4,05	2,91	2,19	2,05	1,88	0,68
0,2–0,3	2,92	1,89	0,97	0,91	0,85	3,17	2,84	2,81	1,87	1,59	1,62	0,97
0,3–0,4	1,72	1,55	1,03	0,84	0,72	1,89	2,07	1,58	1,12	1,03	1,09	0,71
0,4–0,5	0,77	0,64	0,52	0,78	0,7	0,68	0,82	0,72	0,44	0,34	0,38	0,29
0,5–0,6	0,32	0,25	0,11	0,71	0,25		0,69	0,44	0,32	0,25	0,22	0,14
0,6–0,7	,	0,19		0,17	0,18				0,21	0,23		0,05
0,7–0,8		0,12		0,15	0,16							0,03
Щільність маси коренів (RMD), мг/см³												
0,0–0,1	0,505	0,237	0,082	0,128	0,123	0,315	0,352	0,215	0,296	0,183	0,204	0,27
0,1–0,2	0,196	0,101	0,058	0,096	0,092	0,125	0,188	0,098	0,102	0,096	0,114	0,74
0,2–0,3	0,105	0,079	0,022	0,052	0,035	0,088	0,096	0,075	0,080	0,058	0,068	0,26
0,3–0,4	0,069	0,055	0,019	0,032	0,021	0,032	0,051	0,034	0,035	0,041	0,032	0,17
0,4–0,5	0,019	0,021	0,011	0,018	0,018	0,009	0,018	0,014	0,012	0,008	0,008	0,08
0,5–0,6	0,007	0,007	0,002	0,017	0,006		0,011	0,008	0,008	0,006	0,003	0,04
0,6–0,7		0,003		0,003	0,003				0,004	0,004		0,01
0,7–0,8		0,002		0,002	0,002							0,01
Питома довжина коренів (SRL), м/г												
0,0–0,1	109,4	150,9	374,7	147,5	138,9	208,1	149,6	178,9	109,0	126,1	109,7	7,11
0,1–0,2	211,5	306,4	469,7	116,6	110,8	390,8	215,2	295,5	214,5	213,3	164,8	5,29
0,2–0,3	277,8	239,0	447,4	174,8	242,6	359,9	295,5	374,3	233,5	273,9	238,0	6,14
0,3–0,4	249,0	281,5	540,9	262,2	342,5	590,0	405,5	471,4	319,7	251,0	340,3	8,42
0,4–0,5	404,9	304,5	472,3	432,9	388,5	754,8	455,1	513,8	366,3	424,6	474,5	10,21
0,5–0,6	456,7	356,8	549,5	417,2	416,3		626,7	553,7	399,6	436,9	732,6	5,08
0,6–0,7		575,2		679,3	561,9				599,4	621,0		9,03
0,7–0,8		631,0		713,6	761,1							11,23

У варіанті весняної сівби (табл. 3) визначалася різка диференціація ґрунтового профілю за лінійним розподілом кореневої системи.

За показником RLD його середнє багаторічне значення для глибин до 10 і до 40 см становило 2,68:1,00. За аналогічного співвідношення для показника RMD 6,28:1,00 редька олійна показала значно вищі темпи лінійного розвитку в ґрунтовому профілі, ніж темпи вагового розвитку кореневої системи, що забезпечило інтенсивність розподілу коренів у ґрунті зі зменшенням їх маси в напрямку від осі стрижневого кореня до периферії потенційного галушення. У всі роки весняної сівби це формувало градієнтні зони з поступовим зменшенням маси коренів при збереженні високих показників лінійного поширення коренів. Ці висновки узгоджуються зі значенням показника SRL при порівнянні верхньої і нижньої зон ґрунтового профілю з фіксацією зростаючої швидкості його наростання зі співвідношенням 0,23:1,00 для верхнього і нижнього десятисантиметрового шару.

Позитивною була також подібність формування вищезазначених показників за умов літньої сівби редьки

олійної на сидерат (табл. 4), що довело цінність культури для варіантів довготривалого проміжного сидерального використання. На фоні середньобагаторічного зменшення лінійного розгалуження на 28,50–48,49% у напрямку від поверхні профілю до глибини залягання коренів за показником RLD при порівнянні літнього строку сівби сидерату з весняним та зменшення RMD на 33,50–70,50% у цій же системі порівняння відмічено переваги цієї культури над іншими традиційними хрестоцвітими сидератами весняно-літнього використання за показниками морфогенезу кореневої системи, особливо в умовах нестійкого зволоження.

При цьому, незважаючи на підвищення загального рівня аридизації строків сидерального використання редьки олійної за літнього строку сівби, редька олійна зберігала високі показники лінійного морфологічного поширення, але знижувала темпи приросту кореневої біомаси, формуючи мережу гілок малого діаметру з низькою масою, але інтенсивним покриттям профілю. Цей характер підтверджується значенням SRL, яке було на 16,35–27,41% вищим для шару ґрунту 0–30 см і на 33,74–67,01% вищим для шару ґрунту

Таблиця 4

Морфологічна характеристика кореневої системи редьки олійної за літнього строку сівби на фазу цвітіння (ВВСН 64–67), 2014–2024

Горизонт профілю грунту, м	Рік досліджень											НІР _{0.5}
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Щільність довжини коренів (RLD), см/см³												
0.0–0.1	3.22	2.58	2.88	3.47	3.05	3.16	2.27	2.14	2.06	2.14	2.28	0.29
0.1–0.2	2.12	1.93	1.74	3.05	2.29	2.19	1.77	1.81	1.52	1.56	1.55	0.55
0.2–0.3	1.04	0.35	1.05	1.38	1.15	1.04	0.91	0.89	0.81	0.77	0.82	0.41
0.3–0.4	0.48	0.21	0.79	0.39	0.62	0.69	0.72	0.64	0.53	0.51	0.63	0.27
0.4–0.5	0.11	0.16	0.33	0.21	0.25	0.32	0.11	0.12	0.15	0.19	0.17	0.03
0.5–0.6		0.16				0.25					0.14	0.03
Щільність маси коренів (RMD), мг/см³												
0.0–0.1	0.148	0.152	0.179	0.097	0.074	0.248	0.196	0.174	0.185	0.177	0.125	0.21
0.1–0.2	0.054	0.082	0.091	0.069	0.048	0.160	0.114	0.098	0.069	0.081	0.072	0.53
0.2–0.3	0.041	0.012	0.036	0.022	0.016	0.045	0.035	0.027	0.025	0.021	0.025	0.37
0.3–0.4	0.014	0.006	0.026	0.006	0.014	0.022	0.018	0.017	0.012	0.011	0.015	0.09
0.4–0.5	0.003	0.003	0.006	0.003	0.004	0.006	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.01
0.5–0.6		0.002				0.003					0.002	0.02
Питома довжина коренів (SRL), м/г												
0.0–0.1	217.4	169.6	160.7	359.1	412.4	127.3	115.7	122.9	111.2	120.8	182.2	7.55
0.1–0.2	395.4	235.1	191.0	444.3	473.0	136.7	155.1	184.5	220.1	192.4	215.1	5.92
0.2–0.3	253.4	291.4	291.4	635.3	710.5	230.9	260.3	329.3	323.7	366.3	327.7	10.31
0.3–0.4	342.5	349.7	303.5	708.4	442.4	313.3	401.8	376.1	441.2	461.4	419.6	14.25
0.4–0.5	439.6	614.8	532.3	699.3	629.4	524.5	610.5	563.1	739.3	616.1	707.6	15.72
0.5–0.6		789.2				845.8					842.9	16.37

40–60 см порівняно з літньою та весняною сівбою редьки олійної.

Як наслідок, значення SRL для нижніх горизонтів зменшилося до 825,98 м/г за літнього строку сівби порівняно з 701,89 м/г за весняного строку сівби.

В цілому на підставі оцінок інтенсивності розвитку кореневої системи у межах ґрунтового профілю, яку розглядають як вагомий чинник її впливу окрім загального депонування органічного вуглецю на такі параметри ґрунту як пористість, щільність, структурованість, водоутримуюча здатність та повітропроникність [7, 8, 10] та на підставі попередніх досліджень різних видів сидеральних культур [16, 18, 19, 30] редьку олійну слід віднести до цінних сидеральних культур з потенційно високим впливом на динамізм фізичних, фізико-хімічних та агрофізичних ґрунтових процесів у профілі ґрунту товщиною до 70 см.

Висновок. З точки зору формування надземної та кореневої біомаси як для варіанту весняної сівби на літній сидерат, так і для варіанту літньої сівби на осінній сидерат доведено, що за використання редьки олійної, яка формувала на ґрунтах середнього потенціалу родючості на неудобреному фоні в умовах нестійкого зволоження за 11 років досліджень біопродуктивність кореневої маси 8,45 і 5,26 т/га у сирій та 1,77 і 1,19 т/га в сухій речовині відповідно. Доведено, що коренева система редьки олійної за основними критеріями просторового розвитку та розподілу маси в ґрунтовому профілі порівняно з традиційними хрестоцвітими сидератами

сформувала свій адаптивний морфотип, який забезпечив активну взаємодію системи чотирирівневих корневих гілок з ґрунтовим профілем глибиною 60–80 см за весняної та 40–60 см за літньої сівби сидерату, що узгоджується з класифікацією її придатності до біоорганічних систем сидерації з активним впливом на агрофізичні параметри ґрунтового профілю.

Доведено здатність кореневої системи редьки олійної до адаптивного механізму заглиблення ґрунту з додатковим розгалуженням в умовах дефіциту атмосферної та похідної ґрунтової вологи, що має високий потенціал для використання редьки олійної як покривної та сидеральної культури для зон нестійкого і недостатнього зволоження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Vasileiadou A. From Organic Wastes to Bioenergy, Biofuels, and Value-Added Products for Urban Sustainability and Circular Economy: A Review. *Urban Science*. 2024. Vol. 8. № 3. 121.
2. Fonseca W. da S., Martins S. V., Villa P. M. Green Manure as an Alternative for Soil Recovery in a Bauxite Mining Environment in Southeast Brazil. *Floresta E Ambiente*. 2023. Vol. 30. № 1. e20220041.
3. Kucerik J., Brtnický M., Mustafa A., Hammerschmidt T., Kintl A., Sobotkova J., Alamri S., Baltazar T., Latal O., Naveed M., Malicek O., Holatko J. Utilization of Diversified Cover Crops as Green Manure-Enhanced Soil Organic Carbon, Nutrient Transformation, Microbial Activity, and Maize Growth. *Agronomy*. 2024. Vol. 14. № 9. 2001.

4. Písarčík M., Hakl J., Toleikiene M., Fuksa P., Rasmussen J., Hood-Nowotny R. Role of cover crop roots in soil organic carbon accrual – A review. *European Journal of Soil Science*. 2024. Vol. 75. № 4. e13532.
5. Patra A., Singh R.P., Kundu M.S., Kumar G., Malkani P., Singh B.K., Choudhury S., Kundu A., Mukherjee S. Green Manuring: A Sustainable Approach for Soil Health Improvement. *Agriculture & Food E-Newsletter*. 2023. Vol. 05 (04). P. 198–201.
6. Pandey A., Kumar K. The Role of Green Manure in Soil Conservation. *Vigyan Varta*. 2024. Vol.5. № 8. P. 236–241.
7. dos Santos Nascimento G., de Souza T.A.F., da Silva L.J.R. Soil physico-chemical properties, biomass production, and root density in a green manure farming system from tropical ecosystem, North-eastern Brazil. *Journal of Soils and Sediments*. 2021. Vol. 21. P. 2203–2211.
8. Gentsch N., Riechers F., Boy J., Schwenecker D., Feuerstein U., Heuermann D., Guggenberger G. Cover crops improve soil structure and change organic carbon distribution in macroaggregate fractions. *Soil*. 2024. Vol. 10. P. 139–150.
9. Amsili J.P., Kaye J.P. Root traits of cover crops and carbon inputs in an organic grain rotation. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2021. Vol. 36. № 2. P. 182–191.
10. Hudek C., Putinica C., Otten W., De Baets S. Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. *European Journal of Soil Science*. 2022. Vol. 73. № 1., e13147.
11. Tang Y., Liu X., Lian J., Cheng X., Wang G.G., Zhang J. Soil Depth Can Modify the Contribution of Root System Architecture to the Root Decomposition Rate. *Forests*. 2023. Vol. 14. № 6., 1092.
12. Pimentel M.L., Reis I.M.S., Romano M.L.P.C., de Castro J.S., Vildoso C.I.A., Gasparin E., Sia E.F. de, de Sousa L.S. Green manure, a sustainable strategy to improve soil quality: A case study in an oxisol from Northern Brazil. *Australian Journal of Crop Science*. 2023. Vol. 17. № 6. P. 488–497.
13. Mueller C.W., Baumert V., Carminati A., Germon A., Holz M., Kögel-Knabner I., Peth S., Schuter S., Uteau D., Vetterlein D., Teixeira P., Vidal A. From rhizosphere to detritusphere – soil structure formation driven by plant roots and the interactions with soil biota. *Soil Biology and Biochemistry*. 2024. Vol. 9. 109396.
14. Ridgeway J., Kane J., Morrissey E., Starcher H., Brzostek E. Roots selectively decompose litter to mine nitrogen and build new soil carbon. *Ecology Letters*. 2024. Vol. 27. e14331.
15. Bodner G., Alsalem M., Nakhforoosh A. Root System Phenotyping of Soil-Grown Plants via RGB and Hyperspectral Imaging. *Methods in Molecular Biology*. 2021. Issue 2264. P. 245–268.
16. Bublitz T.A., Kemper R., Müller P., Kautz T., Döring T.F., Athmann M. Relating Profile Wall Root-Length Density Estimates to Monolith Root-Length Density Measurements of Cover Crops. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. 48.
17. Hudek C., Putinica C., Otten W., De Baets S. Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. *European Journal of Soil Science*. 2022. Vol. 73. № 1. e13147.
18. Kemper R. Root growth of sole and mixed cover crops in organic farming. Dissertation for the attainment of the degree Doctor of Agricultural Sciences. Institute of Crop Science and Resource Conservation. Department of Agroecology and Organic Farming. Bonn. 2024. 195 p.
19. Duff J., van Sprang C., O'Halloran J., Hall Z. Guide to Brassica Biofumigant Cover Crops Managing soilborne diseases in vegetable production systems. Horticulture Innovation through VG16068 Optimising cover cropping for the Australian vegetable industry. State of Queensland. Department of Agriculture and Fisheries. 2020. 40 p.
20. Undersander D., Mertens D.R., Thies N. Forage analyses. Procedures. National Forage Testing Association. 1993. 139 p.
21. Talgre L. Biomass production of different green manure crops and their effect on the succeeding crops yield A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Production. Tartu. Estonian University of Life Sciences. 2013. 164 pp.
22. Wahlström E.M., Hansen E.M., Mandel A., Garbout A., Kristensen H.L. Munkholm L.J. (2015). Root development of fodder radish and winter wheat before winter in relation to uptake of nitrogen. *European Journal of Agronomy*. 2015. Vol. 71. P. 1–9.
23. Atkinson D., Dawson L.A. Root Growth: Methods of Measurement. In: Smith K.A. Soil and Environmental Analysis. 2nd Edition. CRC Press. 2000. P. 435–498.
24. Wagg C., van Erk A., Fava E., Comeau L.-P., Mitterboeck T.F., Goyer C., Li S., McKenzie-Gopsill A., Mills A. Full-Season Cover Crops and Their Traits That Promote Agroecosystem Services. *Agriculture*. 2021. Vol. 11. 830.
25. Zhang Z., Fan B., Song C., Zhang X., Zhao Q., Ye B. Advances in Root System Architecture: Functionality, Plasticity, and Research Methods. *Journal of Resources and Ecology*. 2023. Vol. 14. № 1. P. 15–24.
26. Diggle A.J. ROOTMAP – a model in three-dimensional coordinates of the growth and structure of fibrous root systems. *Plant and Soil*. 1988. Vol. 105. № 2. P. 169–178.
27. Shukla D., Trivedi P.K., Sahi S. A Simple Protocol for Mapping the Plant Root System Architecture Traits. *Journal of Visualized Experiments*. 2023. Vol. 192. e64876.
28. Dong X., Peng B., Liu X., Qin K., Xue Q., Leskovar D.I. An Automated Calculation of Plant Root Distribution Parameters Based on Root Length Density Data. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2018. Vol. 17. № 2. P. 3545–3552.
29. Jabbari H., Khosh kholgh Sima N.A., Akbari G.A., Allahdadi I., Shiranirad A.H., Hamed A. Study of root system relationship with water relations in Rapeseed under drought stress conditions. *Journal of Crops Improvement*. 2016. Vol. 18. № 1. P. 1–19.
30. Deus T.R.V. de, Giongo V., Salviano A. M., Santana M. da S., Silva V.C., da Santos T.C. dos. Selection of green manures to provide ecosystem services in a semi-arid environment. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. 2022. Vol. 57. № 3. P. 409–421.

REFERENCES:

1. Vasileiadou A. (2024). From Organic Wastes to Bioenergy, Biofuels, and Value-Added Products for

- Urban Sustainability and Circular Economy: A Review. *Urban Science*. Vol. 8. № 3. 121.
2. Fonseca W. da S., Martins S. V., Villa P. M. (2023). Green Manure as an Alternative for Soil Recovery in a Bauxite Mining Environment in Southeast Brazil. *Floresta E Ambiente*. Vol. 30. № 1. e20220041.
 3. Kucerik J., Brtnicky M., Mustafa A., Hammerschmidt T., Kintl A., Sobotkova J., Alamri S., Baltazar T., Latal O., Naveed M., Malicek O., Holatko J. (2024). Utilization of Diversified Cover Crops as Green Manure-Enhanced Soil Organic Carbon, Nutrient Transformation, Microbial Activity, and Maize Growth. *Agronomy*. Vol. 14. № 9. 2001.
 4. Pisarčík M., Hakl J., Toleikiene M., Fuksa P., Rasmussen J., Hood-Nowotny R. (2024). Role of cover crop roots in soil organic carbon accrual – A review. *European Journal of Soil Science*. Vol. 75. № 4. e13532.
 5. Patra A., Singh R.P., Kundu M.S., Kumar G., Malkani P., Singh B.K., Choudhury S., Kundu A., Mukherjee S. (2023). Green Manuring: A Sustainable Approach for Soil Health Improvement. *Agriculture & Food E-Newsletter*. Vol. 05 (04). P. 198–201.
 6. Pandey A., Kumar K. (2024). The Role of Green Manure in Soil Conservation. *Vigyan Varta*. Vol. 5. № 8. P. 236–241.
 7. dos Santos Nascimento G., de Souza T.A.F., da Silva L.J.R. (2021). Soil physico-chemical properties, biomass production, and root density in a green manure farming system from tropical ecosystem, North-eastern Brazil. *Journal of Soils and Sediments*. Vol. 21. P. 2203–2211.
 8. Gentsch N., Riechers F., Boy J., Schwenecker D., Feuerstein U., Heuermann D., Guggenberger G. (2024). Cover crops improve soil structure and change organic carbon distribution in macroaggregate fractions. *Soil*. Vol. 10. P. 139–150.
 9. Amsili J.P., Kaye J.P. (2021). Root traits of cover crops and carbon inputs in an organic grain rotation. *Renewable Agriculture and Food Systems*. Vol. 36. № 2. P. 182–191.
 10. Hudek C., Putinica C., Otten W., De Baets S. (2022). Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. *European Journal of Soil Science*. Vol. 73. № 1., e13147.
 11. Tang Y., Liu X., Lian J., Cheng X., Wang G.G., Zhang J. (2023). Soil Depth Can Modify the Contribution of Root System Architecture to the Root Decomposition Rate. *Forests*. Vol. 14. № 6., 1092.
 12. Pimentel M.L., Reis I.M.S., Romano M.L.P.C., de Castro J.S., Vildoso C.I.A., Gasparin E., Sia E.F. de, de Sousa L.S. (2023). Green manure, a sustainable strategy to improve soil quality: A case study in an oxisol from Northern Brazil. *Australian Journal of Crop Science*. Vol. 17. № 6. P. 488–497.
 13. Mueller C.W., Baumert V., Carminati A., Germon A., Holz M., Kögel-Knabner I., Peth S., Schuter S., Uteau D., Vetterlein D., Teixeira P., Vidal A. (2024). From rhizosphere to detritosphere – soil structure formation driven by plant roots and the interactions with soil biota. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 9. 109396.
 14. Ridgeway J., Kane J., Morrissey E., Starcher H., Brzostek E. (2024). Roots selectively decompose litter to mine nitrogen and build new soil carbon. *Ecology Letters*. Vol. 27. e14331.
 15. Bodner G., Alsalem M., Nakhforoosh A. (2021). Root System Phenotyping of Soil-Grown Plants via RGB and Hyperspectral Imaging. *Methods in Molecular Biology*. Issue 2264. P. 245–268.
 16. Bublitz T.A., Kemper R., Müller P., Kautz T., Döring T.F., Athmann M. (2022). Relating Profile Wall Root-Length Density Estimates to Monolith Root-Length Density Measurements of Cover Crops. *Agronomy*. Vol. 12. 48.
 17. Hudek C., Putinica C., Otten W., De Baets S. (2022). Functional root trait-based classification of cover crops to improve soil physical properties. *European Journal of Soil Science*. Vol. 73. № 1. e13147.
 18. Kemper R. (2024). Root growth of sole and mixed cover crops in organic farming. Dissertation for the attainment of the degree Doctor of Agricultural Sciences. Institute of Crop Science and Resource Conservation. Department of Agroecology and Organic Farming. Bonn. 195 p.
 19. Duff J., van Sprang C., O'Halloran J., Hall Z. (2020). Guide to Brassica Biofumigant Cover Crops Managing soilborne diseases in vegetable production systems. Horticulture Innovation through VG16068 Optimising cover cropping for the Australian vegetable industry. State of Queensland. Department of Agriculture and Fisheries. 40 p.
 20. Undersander D., Mertens D.R., Thiex N. (1993). Forage analyses. Procedures. National Forage Testing Association. 139 p.
 21. Talgre L. 2013. Biomass production of different green manure crops and their effect on the succeeding crops yield A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Production. Tartu. Estonian University of Life Sciences. 164 pp.
 22. Wahlström E.M., Hansen E.M., Mandel A., Garbout A., Kristensen H.L., Munkholm L.J. (2015). Root development of fodder radish and winter wheat before winter in relation to uptake of nitrogen. *European Journal of Agronomy*. Vol. 71. P. 1–9.
 23. Atkinson D., Dawson L.A. (2000). Root Growth: Methods of Measurement. In: Smith K.A. Soil and Environmental Analysis. 2nd Edition. CRC Press. P. 435–498.
 24. Wagg C., van Erk A., Fava E., Comeau L.-P., Mitterboeck T.F., Goyer C., Li S., McKenzie-Gopsill A., Mills A. (2021). Full-Season Cover Crops and Their Traits That Promote Agroecosystem Services. *Agriculture*. Vol. 11. 830.
 25. Zhang Z., Fan B., Song C., Zhang X., Zhao Q., Ye B. (2023). Advances in Root System Architecture: Functionality, Plasticity, and Research Methods. *Journal of Resources and Ecology*. Vol. 14. № 1. P. 15–24.
 26. Diggle A.J. (1988). ROOTMAP – a model in three-dimensional coordinates of the growth and structure of fibrous root systems. *Plant and Soil*. Vol. 105. № 2. P. 169–178.
 27. Shukla D., Trivedi P.K., Sahi S. (2023). A Simple Protocol for Mapping the Plant Root System Architecture Traits. *Journal of Visualized Experiments*. Vol. 192. e64876.
 28. Dong X., Peng B., Liu X., Qin K., Xue Q., Leskovar D.I. (2018). An Automated Calculation of Plant Root Distribution Parameters Based on Root Length Density Data. *Applied Ecology and Environmental Research*. Vol. 17. № 2. P. 3545–3552.
 29. Jabbari H., Khosh kholgh Sima N.A., Akbari G.A., Allahdadi I., Shiranirad A.H., Hamed A. (2016). Study of root system relationship with water relations in

Rapeseed under drought stress conditions. *Journal of Crops Improvement*. Vol. 18. № 1. P. 1–19.

30. Deus T.R.V. de, Giongo V., Salviano A. M., Santana M. da S., Silva V.C., da Santos T.C. dos (2022). Selection of green manures to provide ecosystem services in a semi-arid environment. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*. Vol. 57. № 3. P. 409–421.

Цицюра Я.Г. Роль кореневої біомаси редьки олійної у формуванні її потенційної сидеральної продуктивності

Метою досліджень було встановити особливості формування біопродуктивності кореневої системи редьки олійної з позиції загальнонагових та просторово-нагових параметрів у межах ґрунтового-профілю як додаткових параметрів встановлення сидераційного її потенціалу за весняного та літнього строку сівби.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2014–2024 років на дослідному полі Вінницького НАУ на сірих лісових ґрунтах з середнім потенціалом родючості. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Дослід передбачав вивчення для двох варіантів сидерації – літньої за весняного строку сівби та осінньої за літнього строку сівби таких параметрів як: біопродуктивність кореневої системи у загальній сирів та сухій речовинах, щільність довжини коренів (RLD), щільність маси коренів (RMD), питома довжина коренів (SRL, м/г) та відсоток розподілу маси коренів у профілі ґрунту (PRWD).

Результати. Визначено рівні біопродуктивності формування кореневої біомаси за двох базових строків сівби редьки олійної як сидерату. Проаналізовано структуру розподілу ваги кореневої системи у розрізі метрового ґрунтового профілю із технологічним кроком у 10 см при повній деталізації характеру просторової морфометрії кореневої системи у вертикальному та радіальному напрямках профілю.

Визначено багаторічну динаміку за глибиною профілю формування таких морфометричних та морфологічних характеристик кореневої системи як: щільність довжини коренів, щільність маси коренів, питома довжина коренів, відсоток розподілу маси коренів у профілі ґрунту.

Доведено участь кореневої системи у формування її сидераційного потенціалу редьки олійної у частці сформованої кореневої маси як додаткового компоненту біоорганічних систем удобрення.

Висновки. Доведено, що коренева система редьки олійної як за рівнем біопродуктивності так і за рівнем адаптивності з позиції формування її просторової морфометрії та частки присутності у різних горизонтах загального метрового ґрунтового профілю у співставленні до інших традиційних хрестоцвітних сидератів формує позитивний морфотип, який гарантовано забезпечує активну взаємодію ризосфери чотирьохрівневої структури організації з ґрунтовим профілем глибиною 60–80 см за весняної та 40–60 см за літньої сівби сидерату. На підставі чого редьку олійну слід віднести до групи потенційно ефективних сидеральних культур придатних до біоорганічних систем сидерації з активним

впливом на системні агрофізичні параметри ґрунтового профілю.

Ключові слова: біопродуктивність, коренева система, щільність довжини коренів, щільність маси коренів, питома довжина коренів, відсоток розподілу маси коренів у профілі ґрунту.

Tsytsyura Ya.G. The role of oil radish root biomass in the formation of its potential green manure productivity

The aim of the research was to establish the peculiarities of formation of bioproductivity of oil radish root system from the position of total weight and spatial weight parameters within the soil profile as additional parameters for establishing its green manure potential in spring and summer sowing.

Methods. The study was conducted during 2014–2024 on the experimental field of Vinnytsia NAU on gray forest soils with medium fertility potential. The experiment was replicated four times. The placement of the variants is systematic in two tiers. The experiment involved the study of two green manure options – summer green manure with spring sowing and autumn green manure with summer sowing – of such parameters as: bioproductivity of the root system in total wet and dry matter, root length density (RLD), root mass density (RMD), specific root length (SRL, m/g) and percentage of root mass distribution in the soil profile (PRWD).

Results. The levels of bioproductivity of root biomass formation at two basic terms of sowing oil radish as a green manure were determined. The structure of weight distribution of the root system in the context of a meter soil profile with a technological step of 10 cm was analyzed with full detailing of the nature of the spatial morphometry of the root system in the vertical and radial directions of the profile.

The long-term dynamics of the formation of such morphometric and morpho-weight characteristics of the root system as: root length density, root mass density, specific root length, percentage of root mass distribution in the soil profile was determined by the depth of the profile.

The participation of the root system in the formation of its sideration potential of oil radish in the share of the formed root mass as an additional component of bioorganic fertilization systems was proved.

Conclusions. It has been proved that the root system of oil radish, both in terms of bioproductivity and adaptability in terms of the formation of its spatial morphometry and the proportion of presence in different horizons of the total meter soil profile in comparison with other traditional cruciferous green manure crops, forms a positive morphotype that guarantees the active interaction of the rhizosphere of the four-level organization structure with the soil profile 60–80 cm deep during spring and 40–60 cm during summer sowing of green manure. On the basis of this, oil radish should be attributed to the group of potentially effective green manure crops suitable for bioorganic green manure systems with an active influence on the systemic agrophysical parameters of the soil profile.

Key words: bioproductivity, root system, root length density, root mass density, specific root length, percentage of root mass distribution in the soil profile.

УДК 635.652-042.75:631.559(477.4+292.485)
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.24>

РОЛЬ СОРТУ В ЗОНАЛЬНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (*PHASEOLUS VULGARIS L.*)

ШКАТУЛА Ю.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4275-309X

Вінницький національний аграрний університет

БІЛЕЦЬКИЙ О.В. – аспірант
orcid.org/0009-0001-4664-7024

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку сільського господарства квасоля є перспективною зернобобовою культурою для вітчизняного аграрія. Попит на цю зернобобову культуру на зовнішніх ринках високий. Крім економічного, вирощування квасолі у сівозміні, забезпечує й екологічний ефект. Експортний потенціал квасолі зумовлюється зростанням світового попиту на продукти переробки бобових культур, у тому числі й квасолі [1].

Важливим фактором інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є удосконалення існуючих технологій за рахунок використання нових сучасних сортів та ефективних прийомів вирощування сільськогосподарських культур. Одними із найважливіших сільськогосподарських культур сьогодення є зернобобові, зокрема квасоля. Адже до складу квасолі входить значна частка білка – цінного складника у харчуванні людини. Насіння бобових культур (квасолі, сої, гороху) містить на рівні 20–40% добре засвоюваного організмом білка [2]. Крім того у насінні квасолі міститься вуглеводів – 54,2%, жиру – до 3%, клітковини – 3,7%, зольних елементів – 3,5% [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями науковців, як зарубіжних, так і вітчизняних авторів чимало уваги приділено вивченню потенціалу квасолі звичайної, зокрема ботанічних особливостей квасолі, її продуктивності, агротехнічним прийомам вирощування та продуктивності [2-3, 5-11, 14-18, 20, 22-30].

Головна роль сорту, як одного із найбільш доступних і ефективних засобів виробництва, постійно зростає і його вклад, за даними останніх років, у приріст врожайності оцінюється в 30–50% [4].

Правильний підбір сорту є запорукою отримання високого врожаю квасолі. Інтенсивні сорти для виробництва мають володіти крім високої стабільної продуктивності ще й високими смаковими властивостями, толерантністю до хвороб та придатністю до механізованого збирання посівів квасолі [5].

Найвищий рівень реалізації генетичного потенціалу сортів квасолі звичайної авторами відмічено за умов застосування низьких та середніх норм азотних на фоні застосування фосфорно-калійного добрива у поєднанні з передпосівним обробітком насіння препаратом Ризоактивом. До того ж сортові особливості квасолі впливають на формування і функціонування бобово-ризобіального апарату квасолі упродовж вегетації. Продуктивність рослин визначається генетичною

програмою, ступінь реалізації якої у фенотипі значною мірою зумовлений впливом зовнішніх чинників, головним з яких для квасолі є наявність активних вірулентних та конкурентоспроможних штамів бульбочкових бактерій. За результатами проведених досліджень, авторами доведено суттєвий вплив на ріст і розвиток квасолі звичайної в умовах південної частини Лісостепу західного саме сортових особливостей та інокуляції насіння. Таким чином за три роки досліджень показники найвищого рівня урожайності насіння були у сорту Отрада – 2,60 т/га, дещо нижчі було відмічено у сорту Ната – 2,50 т/га та Рось – 2,40 т/га за умови обробки насіння бактеріальним препаратом Ризоактив [6].

Вирощування ценозів квасолі звичайної зумовлюється цілим переліком едафічних, екологічних і біотичних критеріїв [7], але головний чинник впливу за повідомленнями авторів належить сортам та сформованій технології вирощування квасолі [8-9]. Максимальної ефективності можна досягти використовуючи нові високопродуктивні сорти, рекомендовані до вирощування в певних ґрунтово-кліматичних умовах регіону [10].

Головними ознаками, що відрізняють між собою сорти це висота стебла, форма куща, ще є розподіл за кольором бобів і за кольором насіння, також за рівнем розвитку пергаментного шару в самих бобів тощо [11, 12].

Виклад основного матеріалу дослідження. *Sors* з латинської мови перекладається, як сорт рослин, або ж трактується, як вигляд чи сукупність рослин, різновид, що виведені в результаті селекції мають певними властивостями та спільні характеристики. З наукової точки зору сортом є група рослин, яка має бути адаптована до умов вирощування в певних регіонах, ці рослини об'єднують за походженням, вони володіють спільними характерними біологічними та господарськими ознаками.

При групуванні сортів вчені звертають увагу на такі моменти, за якими рослини об'єднують: сорт це група рослин, які обов'язково мають спільне походження; спорідненість рослин у межах сорту за і морфологічними ознаками та за господарсько-біологічними характеристиками залежить від вихідного матеріалу і методів відбору; виведення сорту відбувається в однакових природних умовах; сорт має обов'язково забезпечувати отримання стійких високих урожаїв з відповідною якістю продукції; сорти виводяться для вирощування у певних ґрунтово-кліматичних та виробничих умовах.

Існує поділ сортів рослин за походженням – місцеві і селекційні.

Місцеві сорти з'являються в результаті народної селекції та тривалого масового відбору. Вони добре пристосовані до умов вирощування, мають цінні господарсько-корисні ознаки і використовують в селекції у якості вихідного матеріалу. На відміну від місцевих, виводять селекційні сорти за допомогою спеціальних методів.

Також сорти класифікують ще за способом створення. Лінійні сорти або *потомство* однієї рослини об'єднують відповідно до біологічних характеристик та походження. Ці сорти самозапильні, отримані методом індивідуального відбору. До *сортів-популяції* належить генетично споріднена частина рослин перехреснозапильних, часто вони відносяться до різних різновидів, але зазвичай мають один або декілька однакових ознак. *Сорти-клони* – це вегетативно розмножене потомство утворене шляхом ділення, черенкування, щеплення рослини на генетичному рівні вони найбільш однорідні. Окреме місце належить гібридам, штучно створені групи створені методом схрещування сортів, сорту з лінією або самозапильних ліній. Подібність груп, які характеризуються схожістю біологічних та господарських ознак називають – сортотипами.

Безпосередньо чистоту сорту визначають під час апробації, шляхом відбору. Насінний матеріал сільськогосподарських культур, з огляду на дані чистоти, поділяють на три категорії: перша група – сортова чистота не нижче 99,5%; друга група – не нижче 98%; третя група – не нижче 95% [13].

Як зазначає ряд авторів, підбір сорту квасолі для вирощування є важливим елементом технології вирощування, який у подальшому визначає ефективність вирощування квасолі. На сьогодні дуже широкий спектр сортів квасолі існує, вони відрізняються багатьма ознаками, які можна оцінити візуально, так і прихованими ознаками, такими як посухостійкість, потенціал врожайності. Асортимент сортів за термінами дозрівання дозволяє аграріям використовувати різні стратегії при вирощуванні квасолі. Тож вони мають можливість робити підбір від застосування ранніх посівів скоростиглих сортів, і закінчуючи інтенсивною технологією вирощування пізніх сортів. Середньостиглими сортами найчастіше користуються в сільськогосподарських підприємствах, вони переважно мають універсальні властивості [14].

Сорт як ефективний засіб виробництва використовує свій генетичний потенціал лише за рахунок використання високоякісного насіння. Саме насіння виступає головним засобом сільськогосподарського виробництва, в землеробстві, воно є носієм біологічних і господарських ознак рослин.

Скажімо сорти квасолі, що використовуються в африканському землеробстві дрібних фермерів мають великий генетичний спектр який включає до 65000 зразків, переважна більшість яких (90%) це *P. vulgaris*. Дані сорти, несуть важливі сортові ознаки, які дозволяють їм випереджати за рядом переваг сучасні селекційні сорти квасолі. Вони добре володіють адаптивними властивостями до стресових умов навколишнього середовища, до поширення хвороб і шкідників, до строкатості та умов

ґрунтового покриття даного регіону, а окремі й здатні формувати врожай квасолі вищий, ніж нові сорти [15].

Світова колекція Міжнародного центру тропічної агрокультури (CIAT) включає біля сорока тисяч зразків квасолі, 26 500 становлять культурні види квасолі (*Phaseolus vulgaris*). Вперше науковцями зазначеного центру виділено було два генофонди квасолі: мезоамериканський та андський південноамериканський, а згодом описано і третій генофонд північних Андах, від якого поширилися сучасні сорти квасолі на північ та південь Еквадору і північне Перу [16].

Станом на початок 2025 року в Реєстрі сортів рослин присутні 20 сортів квасолі звичайної овочевої та 27 сортів квасолі зернової.

Квасоля, що вирощується у різних регіонах, відрізняється за зовнішніми та внутрішніми ознаками та ідентифікуються, як сорти стійкі до місцевого клімату та демонструють високу стабільність у продуктивності та якості отриманої продукції. Відповідно до умов сезону, виділяють сорти квасолі ранні, середні і пізні, поділ також існує за умовами стійкості до несприятливих факторів та толерантності до пошкодження шкідниками та до поширення хвороб і головне придатні до механізованих способів збирання врожаю.

Велике сортове біорозмаїття сільськогосподарських культур, у тому числі й квасолі є важливим елементом проведення селекційних робіт та цінним економічним аспектом у світовому виробництві. Світовий сортовий резервуар насіння квасолі опирається на деякі основні фактори – фізичне середовище вирощування культури (грунти, клімат, хвороби, шкідники) і антропогенна діяльність людини [17, 18]. Тому вибір сорту чи гібриду насамперед варто обирати зважаючи на ґрунтово-кліматичні умови, попередники в сівозміні, строки посіву та особливості до збирання врожаю, біологічні характеристики, зимо- та морозостійкість тощо. Нехтуючи даними ознаками, можна реально недоотримати або ж втратити врожай. За даними авторів відсоток впливу сорту на врожай становить 20–45%, а іноді й більше. Між собою сорти відрізняються за технологічними аспектами вирощування, генетичним потенціалом культури і районованості сортів [19].

Сорт відіграє ключову роль у технології вирощування квасолі. Він є гарантом та економічним чинником підвищення продуктивності. Сучасні гібриди і сорти мають повністю відповідати технології та новітнім вимогам до вирощування культур. Варто зазначити, що у виробничих умовах потенціал сорту виконується лише на третину, а іноді й знижується до 15–10%. Це являється однією із причин недобору врожаю – невідповідність сорту у всіх параметрах і технології вирощування, і біологічним особливостям і машинно-тракторному парку. Останнім часом уваги вимагає і зміна клімату, в першу чергу зростання температурних показників, що тягне за собою підвищені ризики появи посухи, та низьке вологозабезпечення. Тому селекціонери звертають увагу при виведенні нових сортів та гібридів саме на ці характеристики. Підвищення стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища, є в пріоритеті українських селекціонерів [20].

Особливого значення набувають сорти створені як агрономічно ефективні (АЕС) вони дозволяють заощадити на використанні мінерального удобрення на рівні 30%. Основними характеристиками таких сортів є стійкість до вилягання, стійкість до несприятливих факторів навколишнього середовища та інші чинники. Ще однією особливістю сорту є міцна коренева система та її потужна діяльність при проходженні процесів обміну, транспортування тощо.

За повідомленнями авторів, всі сорти можна умовно поділити на інтенсивні, напівінтенсивні та екстенсивні (гібриди). Інтенсивні сорти культивуються за інтенсивною технологією вирощування. Напівінтенсивні потребують високої агротехніки вирощування тобто відносно пластичні у цьому питанні, а екстенсивні – за умови застосування будь якої системи удобрення забезпечують стабільний врожай, при цьому характеризуються не високим потенціалом продуктивності. Тому зазвичай у господарствах керуючись цим, обирають суміші, або декілька сортів чи гібридів польових культур. А в агрофітоценозах використовують здебільшого один сорт, чи гібрид, адже чисті сортові посіви також характеризуються певними ознаками при формуванні продуктивності.

Правильний добір сорту є альтернативою для використання добрив та регуляторів росту, а також є перешкодою для поширення шкідників чи хвороб.

Агроґрунтові та кліматичні зони України дають можливість нам вибрати сорти, чи гібриди відповідно до рекомендацій науковців [21].

Обираючи сорти квасолі дуже важливо орієнтуватися на характеристики сортів, адже саме вони мають визначальну дію у технології вирощування квасолі. Тож добір сортів квасолі має включати вибір районованих сортів, відповідно до врахування ґрунтово-кліматичних зон певних районів. Важливим чинником при виборі сорту є посухостійкість сорту, засоленість та закисленість ґрунтів, перезволоженість територій, температурні умови, терміни дозрівання, біологічні особливості та придатність до збирання тощо.

Класифікація сортів квасолі здійснюється за багатьма ознаками. Створено багато сортів, які вирізняються стійкістю до певних хвороб, окремі сорти стійкі до поширення шкідників. За видами переробки також поділяють сорти відносно придатності у використанні, чи переробці, наприклад, сорти тривалого зберігання, сорти які використовують на кормові цілі, ті які найкраще піддаються заморозці, або ж консервації. Існують цукрові і луцильні (зернові) сорти. Сорти зернової квасолі можна вживати у нестиглому вигляді, їх називають універсальні. Поділ на кушові та кучеряві з довгими батогами здійснюють за типом росту, до того ж за класифікаційною ознакою термін дозрівання є сорти квасолі ранні з терміном дозрівання 65–75 дн., середні – (75–90 дн.) і пізні термін дозрівання яких становить понад 3 місяці [22].

Досить широкий спектр сортів існує за поділом форми та кольору стручків, крім того квасоля надзвичайно різноманітна за набором кольорів насіння, що розширює її використання у декорі. Ну і найважливіша

класифікація – за смаковими властивостями, врахування яких дозволяє виділити такі групи квасолі: неві, ліма, кідна, чорноплідна квасоля, стручкова квасоля, пінто, флажоле, чали, вигна, фава. Усі зазначені сорти поширені до використання у країнах ЄС та азі, кожен із яких має свої властивості та смакові якості. На Україні вирощується біля п'ятдесяти сортів квасолі [22].

Група авторів додають, що вегетаційний період квасолі для умов України становить 75–130 діб. Саме для умов зони Лісостепу України тривалість вегетаційного періоду наступна: ультраскоростиглі – <65 діб, скоростиглі – 65–70, середньоранні – 71–80, середньостиглі – 81–85, середньопізні – 86–90, пізньостиглі – 91–120, дуже пізні – >120 діб. Різні сорти квасолі звичайної неоднаково реагують на тривалість світлового дня, хоча більшість їх сортів квасолі віднесено до короткодобових. Існують сорти довгого дня та нейтральні [23, 24].

Найбільш поширеним у світі видом виявляється квасоля звичайна *Ph. vulgaris* L. Значно рідше зустрічаються: квасоля багатоквітова (вогнева) – *Ph. multiflorus* Willd. В Україні віддають перевагу вирощуванню сортів квасолі звичайної, рідше багатоквітової [25].

В умовах нинішнього розвитку аграрного сектору України особливістю землеробства є виробництво рослинницької продукції з мінімальними втратами і збереженні довкілля від процесів деградації та забруднення. Створення нових сортів та впровадження їх у виробництво є прямим вирішенням цього завдання. За сучасних досягнень у галузі селекції виведення інтенсивних сортів відбувається сьогодні швидко. У процесі розмноження сорти втрачають поступово свої характеристики, відбуваються мутації, насіння часто пошкоджується хворобами та шкідниками, тому процес сортооновлення є незамінним процесом при культивуванні квасолі [26].

Технологія вирощування квасолі, як і агротехнічні прийоми на сході і заході, на півночі і у південних регіонах практично не відрізняються, але для кожного регіону є свої районовані сорти, які рекомендують до використання.

Тож для отримання високого та якісного врожаю важливо правильно визначитися із сортом культури і його особливостями. Доведено аграріями та підтверджено науковцями, що сорти квасолі звичайної, схильні до вилягання, краще ростуть при меншій густоті рослин, а більш стійкі проти вилягання та ті, що не гілкуються, краще ростуть при більшій густоті [27].

Основні моменти, на які звертають увагу при виборі сорту квасолі – це швидкість досягання, стійкість проти осипання зерна, стійкість проти вилягання посівів, проти ураження хворобами та пошкодженням шкідниками та урожайність [28].

Науковці радять звертати увагу на придатність того, чи іншого сорту квасолі до умов вирощування, адже пластичність до адаптування у різних регіонах сортів квасолі досить не стійкий показник. Це доводять дослідження у різних ґрунтово-кліматичних регіонах одних і тих же сортів. За висновками Олега Овчарука, важливо при вирощуванні квасолі на можливість до збирання квасолі механізованим способом та ви соту прикріплення нижнього боба, адже від цього показника

залежить відсоток втрат при збиранні врожаю механізованим способом. Потужна коренева система та компактна форма куща з дружнім дозріванням бобів для умов українського поля є також значущим фактором [29, 30].

Висновки. Тож підсумовуючи все вищезазначене, варто відмітити, що вибір сорту квасолі для вирощування є досить складним завданням та потребує науково обґрунтованого підходу. Сорти квасолі відрізняються довгим рядом ознак, починаючи з довжини вегетаційного періоду, закінчуючи потенціалом продуктивності. Проте цей спектр дозволяє нам використовувати різні стратегії вирощування квасолі, застосовуючи різноманітні технології її вирощування.

В плані вибору сортів квасолі звичайної у агровиборника є широченний вибір, адже існують чудові варіанти, як вітчизняної, так і іноземної селекції, які добре адаптуються до ґрунтово-кліматичних умов регіону та максимально наближені до будь якого району вирощування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Томашевська О. А. Перспективи виробництва квасолі в контексті нішевої диверсифікації сільського господарства та нарощування його експортного потенціалу. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. № 3 (273). С. 76–84. DOI: 10.32752/1993-6788-2024-1-273-76-86
- Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах західного Лісостепу. *Зб. наук. пр. Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 84. С. 107–112.
- Каштан В. І., Ващенко О. М., Рильський Є. К. Вплив елементів технології вирощування на урожайність квасолі звичайної в умовах Полісся України. *Агросфера – частина біосфери : матеріали наук.-практ. інтернетконф. Поліського національного університету, м. Житомир*, 16 жовт. 2020. С. 26–28.
- Петрова О. О. Економічний потенціал виробництва квасолі в Україні. *Агросвіт*. 2021. № 21. С. 74–81. DOI: 10.32702/23066792.2019.21.74
- Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Урожайність вітчизняних сортів квасолі звичайної (зернової) в умовах південної частини Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 68 (I). С. 162–175. doi: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-12
- Чинчик О. С., Оліфірович С. Й., Оліфірович В. О. Тривалість вегетації та продуктивність сортів квасолі звичайної в умовах південної частини Лісостепу західного. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2021. № 1. С. 166–172.
- Рожко І. І., Кулик М. І., Гончаров М. О. Біологічні особливості та основні аспекти технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) на насіння. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (4). С. 43–52. doi: 10.31210/spi2024.27.04.08
- Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Математичне моделювання врожаю зерна квасолі and grain productivity. *Silke gospodarstvo talisivnytstvo*. Vinnytsia, 2016. № 4. Р. 118–124.
- Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов Д. О. Урожайність зерна квасолі звичайної залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні. *Меліорація і водне господарство*. 2017. Вип. 106. С. 71–76.
- Іванюк С. В., Лехман А. А., Овчарук О. В. Мінливість показників якості зерна сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 80. С. 17–24.
- Чередниченко Л. І., Литвинюк Г. В. Ботанічна характеристика та біологічні особливості квасолі овочевої. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2017. № 5. С. 108–117.
- Могильна О. М., Підлубенко І. М., Біленька О. М., Кирюхіна Н. О., Штепа Л. Ю. Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів квасолі звичайної: методичні рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2021. 48 с.
- Значення сорту, та якості сортового насіння в сільськогосподарському виробництві. URL : https://vuzlit.com/696322/znachennya_sortu_yakosti_sortovogo_nasinnya_silskogospodarskomu_virobnit_stvi (дата звернення: 18.02.2023).
- Галан М. С., Калагурка О. Б., Гук Р. М. Склад колекції квасолі в Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. Вип. 58 (II). С. 41–47.
- Tapia H. Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua. *Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias*, Managua. 1987. 20 p.
- Debouck D. G., Toro O., Paredes O. M., Johnson W. C., & Gepts P. Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in northwestern South America. *Economic Botany*. 1993. Vol. 47. Р. 408–423.
- Безугла О. М. формування ознакових та спеціальних колекцій квасолі на Україні. *Селекція і насінництво*. 2005. Вип. 9. С. 309–317.
- Крутило Д. В., Надкернична О. В., Іванюк С. В., Куц О. В. Ефективність біопрепаратів на основі нового штаму rhizobium phaseoli фб13а вирощування квасолі. *Вісник аграрної науки. Агроекологія, радіологія, меліорація*. 2016. С. 58–62.
- Запорукою щедрого врожаю є правильний вибір сортів та гібридів зернових культур. URL : <https://dpss-te.gov.ua/golovni-novini/zaporukoju-shchedrogo-urozhaiu-e-pravilnii-vibir-sortiv-ta-gibridiv-zernovih-kultur> (дата звернення: 18.11.2023).
- Мазур О. В., Колісник О. М., Телекало Н. В. Генотипні відмінності сортозразків квасолі звичайної за технологічністю. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця, 2017. № 7. Т. 2. С. 33–39.
- Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. URL : https://pidru4niki.com/78607/agropromislovist/pidgotovka_nasinnya_sivbi_sivba (дата звернення: 08.11.2024).
- Мазур В. А., Шкатула Ю. М., Гайдай Л. С., Забарна Т. А. Особливості формування продуктивності та функціонування бобово-ризобіального симбіозу квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу України : монографія. ВНАУ. Вінниця. 2023. 243 с.
- Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н., Петренкові В. П. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця): навч. посіб. Харків: Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, 2009. 117 с.

24. Методичні основи прискорення селекційного процесу сортів квасолі звичайної: методичні рекомендації. О. М. Могильна, І. М. Підлубенко, О. М. Біленька, Н. О. Кирюхіна, Л. Ю. Штепа. Київ: Аграрна наука, 2021. 48 с.
 25. Овчарук О. В. Сортові особливості квасолі звичайної в умовах Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 88. С. 152–158.
 26. Овчарук О. В. Агроекологічна характеристика сортів квасолі звичайної та їх продуктивність в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Вип. 85. С. 92–97.
 27. Мазур О. В., Пороховник І. І. Селекція квасолі звичайної на ранньостиглість і зернову продуктивність. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 118–124.
 28. Кращі сорти зернової квасолі. URL : <https://vzyatinfo.biz.ua/krashhi-sorti-zernovoi-kvasoli/> (дата звернення: 12.12.2024).
 29. Ovcharuk O. The influence of technological factors on growth and development and yield of the varieties of kidney beans. *Agricultural Engineering: scientific quarter journal*. 2014. Vol. 4, № 152. P. 195–203.
 30. Alemu E. A. Malnutrition and its implications on food security. In *Zero Hunger*, 1st ed.; Leal Filho W., Azul A. M., Brandli, L., Özuyar P. G.; Wall T. Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland. 2019. P. 1–10.
- REFERENCES:**
1. Tomashevskaya, O.A. (2024). *Perspektyvy vyrobnytstva kvasoli v konteksti nishyvoi dyversyfikatsii silskoho hospodarstva ta naroshchuvannya yoho eksportnoho potentsialu*. [Prospects for bean production in the context of niche diversification of agriculture and increasing its export potential.]. Actual problems of the economy. 3 (273). 76–84. DOI: 10.32752/1993-6788-2024-1-273-76-86 [in Ukrainian]
 2. Ovcharuk, O.V. (2014). *Ahroekologichna kharakterystyka sortiv kvasoli zvychnoi ta yikh produktyvnist v umovakh zakhidnoho Lisostepu*. [Agroecological characteristics of common bean varieties and their productivity in the western forest-steppe.]. Collection of scientific papers of Uman National University of Horticulture. 84. 107–112. [in Ukrainian]
 3. Kashtan, V.I., Vashchenko, O.M., & Rytskyi, Ye.K. (2020). *Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na urozhainist kvasoli zvychnoi v umovakh Polissia Ukrainy*. [Influence of elements of cultivation technology on the yield of common bean in Polissya of Ukraine.]. Agrosphere is a part of the biosphere: materials of the scientific and practical Internet conference of Polissya National University, Zhytomyr, 16 October. 2020. 26-28. [in Ukrainian]
 4. Petrova, O.O. (2021). *Ekonomichnyi potentsial vyrobnytstva kvasoli v Ukraini*. [Economic potential of bean production in Ukraine.]. Agrosvit. 21. 74–81. DOI: 10.32702/23066792.2019.21.74. [in Ukrainian]
 5. Olifirovych, S.I., & Olifirovych, V.O. (2020). *Urozhainist vitchyznanykh sortiv kvasoli zvychnoi (zernovoi) v umovakh pivdennoi chastyny Lisostepu Zakhidnoho*. [Yield of domestic varieties of common beans (grain) in the conditions of the southern part of the Western Forest-Steppe]. *Foot-hill and mountain agriculture and animal husbandry*. 68 (I). 162–175. doi: 10.32636/01308521.2020-(68)-1-12. [in Ukrainian]
 6. Chynchyk, O.S., Olifirovych, S.I., & Olifirovych, V.O. (2021). *Tryvalist vehetatsii ta produktyvnist sortiv kvasoli zvychnoi v umovakh pivdennoi chastyny Lisostepu zakhidnoho*. [Duration of vegetation and productivity of common bean varieties in the southern part of the Western Forest-Steppe.]. Collection of scientific papers 'Agribiology'. 1. 166–172. [in Ukrainian]
 7. Rozhko, I.I., Kulyk, M.I., & Honcharov, M.O. (2024). *Biologichni osoblyvosti ta osnovni aspekty tekhnolohii vyroshchuvannya kvasoli zvychnoi (Phaseolus vulgaris L.) na nasinnia*. [Biological features and main aspects of common bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivation technology for seeds.]. Scientific Progress & Innovations. 27 (4). 43–52. doi: 10.31210/spi2024.27.04.08. [in Ukrainian]
 8. Ushkarenko, V.O., Lavrenko, S.O., & Maksymov, D.O. (2016). *Matematychni modeliuvannya vrozhaiu zerna kvasoli and grain productivity*. [Mathematical modelling of bean grain yield and grain productivity.]. Agriculture and Forestry. Vinnytsia. 4. 118–124. [in Ukrainian]
 9. Ushkarenko, V.O., Lavrenko, S.O., & Maksymov, D.O. (2017). *Urozhainist zerna kvasoli zvychnoi zalezho vid obrobky gruntu, mineralnykh dobryv ta shyryny mizhriaddia pry zroshenni*. [Grain yield of common bean depending on soil tillage, mineral fertilisers and row spacing under irrigation.]. Melioration and water management. 106. 71–76. [in Ukrainian]
 10. Ivaniuk, S.V., Lekhman, A.A., & Ovcharuk, O.V. (2015). *Minlyvist pokaznykiv yakosti zerna sortiv kvasoli zvychnoi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho Ukrainy*. [Variability of grain quality indicators of common bean varieties in the conditions of the Forest-Steppe of the right-bank Ukraine.]. Feed and fodder production. 80. 17–24. [in Ukrainian]
 11. Cherednychenko, L.I., & Lytvyniuk, H.V. (2017). *Botanichna kharakterystyka ta biologichni osoblyvosti kvasoli ovochevoi*. [Botanical characteristics and biological features of vegetable beans.]. Collection of scientific works of VNAU. 5. 108–117. [in Ukrainian]
 12. Mohylina, O. M., Pidlubenko, I. M., Bilenska, O. M., Kyriukhina, N. O., & Shtepa, L. Yu. (2021). *Metodychni osnovy pryskorennia selektsiinoho protsesu sortiv kvasoli zvychnoi: metodychni rekomendatsii*. [Methodological bases for accelerating the selection process of common bean varieties: methodological recommendations.]. Kyiv: Agrarna nauka, 48. [in Ukrainian]
 13. Znachennia sortu, ta yakosti sortovoho nasinnia v silskohospodarskomu vyrobnytstvi. [The importance of variety and quality of varietal seeds in agricultural production.]. URL : <https://vuzlit.com/696322/znachennya-sortuyakosti-sortovo-go-nasinnia-silskogospodarskomu-virobnitstvi>. [in Ukrainian]
 14. Halan, M.S., Kalahurka, O.B., & Huk, R.M. (2015). *Sklad koleksii kvasoli v Instytutu silskoho hospodarstva Karpatskoho rehionu NAAN*. [Composition of the bean collection at the Institute of Agriculture of the Carpathian Region of NAAS.]. Foot-hill and mountain agriculture and animal husbandry. 58 (II). 41–47. [in Ukrainian]
 15. Tapia, H. (1987). *Mejoramiento varietal del frijol en Nicaragua*. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua. 20 p.

16. Debouck, D.G., Toro, O., Paredes, O.M., Johnson, W.C., & Gepts P. (1993). Genetic diversity and ecological distribution of *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) in north-western South America. *Economic Botany*. Vol. 47. P. 408–423.
 17. Bezuhla, O.M. (2005). *Formuvannia oznakovykh ta spetsialnykh kolektsii kvasoli na Ukraini*. [Formation of characteristic and special collections of beans in Ukraine.]. Selection and seed production. 9. 309–317. [in Ukrainian]
 18. Krutylo, D.V., Nadkernychna, O.V., Ivaniuk, S.V., & Kuts, O.V. (2016). *Efektivnist biopreparativ na osnovi novoho shtamu rhizobium phaseoli fb1za vyroshchuvannia kvasoli*. [Efficiency of biological products based on a new strain of rhizobium phaseoli fb1 for growing beans.]. Bulletin of Agrarian Science. 58–62. [in Ukrainian]
 19. Zaporukoiu shchedroho urozhaiu ye pravylnyi vybir sortiv ta hibrivid zernovykh kultur. [The key to a generous harvest is the right choice of varieties and hybrids of cereals.]. URL : [https://dpss-te.gov.ua/golovni-novini/zaporukoiu-shche drogo-urozhaiu-e-pravilni-vibir-sortiv-ta-gibridiv-zernovih-kultur](https://dpss-te.gov.ua/golovni-novini/zaporukoiu-shche-drogo-urozhaiu-e-pravilni-vibir-sortiv-ta-gibridiv-zernovih-kultur). [in Ukrainian]
 20. Mazur, O.V., Kolisnyk, O.M., & Telekalo, N.V. (2017). *Henotypni vidminnosti sortozrazkiv kvasoli zvychnoi za tekhnologichnistiu*. [Genotypic differences of common bean cultivars in terms of technological efficiency.]. Agriculture and forestry. Vinnytsia, 7. 2. 33–39. [in Ukrainian].
 21. Systemy suchasnykh intensyvnykh tekhnolohii u roslinnytstvi. [Systems of modern intensive technologies in crop production.]. URL : https://pidru4niki.com/78607/agropromislovist/pidgotovka_nasinnnya_sivbi_sivba [in Ukrainian].
 22. Mazur, V. A., Shkatula, Yu. M., Haidai, L. S., & Zabarna, T.A. (2023). *Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti ta funktsionuvannia bobovo-ryzobialnoho symbiozu kvasoli zvychnoi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy : monohrafiia*. [Features of the formation of productivity and functioning of legume-rhizobial symbiosis of common bean in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: monograph.]. VNAU. Vinnytsia. 243. [in Ukrainian].
 23. Kyrychenko, V.V., Kobyzieva, L.N., & Petrenkovi, V.P. (2009). *Identyfikatsiia oznak zernobobovykh kultur (kvasolia, nut, sochevytsia): navch. posib*. [Identification of traits of legumes (beans, chickpeas, lentils): a textbook.]. Kharkiv: Instytut roslinnytstva im. V. Ya. Yurieva NAAN, 117 [in Ukrainian].
 24. *Metodychni osnovy pryskorennia selektsiinoho protsesu sortiv kvasoli zvychnoi: metodychni rekomendatsii*. [Methodical bases of acceleration of the breeding process of common bean varieties: methodical recommendations.]. O. M. Mohylna, I. M. Pidlubenko, O. M. Bilenska, N. O. Kyriukhina, L. Yu. Shtepa. Kyiv: Ahrarna nauka, 2021. 48. [in Ukrainian].
 25. Ovcharuk, O.V. (2018). *Sortovi osoblyvosti kvasoli zvychnoi v umovakh Lisostepu Ukrainy*. [Varietal characteristics of common beans in the forest-steppe of Ukraine.]. Tavrian Scientific Bulletin. 88. 152–158. [in Ukrainian].
 26. Ovcharuk, O.V. (2014). *Ahroekologichna kharakterystyka sortiv kvasoli zvychnoi ta yikh produktyvnist v umovakh Zakhidnoho Lisostepu*. [Agroecological characteristics of common bean varieties and their productivity in the Western Forest-Steppe.]. Collection of scientific works of Uman National University of Horticulture. 8. 85. 92–97. [in Ukrainian].
 27. Mazur, O.V., Porokhovnyk, I.I. (2016). *Selektsiia kvasoli zvychnoi na rannostyhlit i zernovu produktyvnist*. [Selection of common bean for early maturity and grain productivity.]. Agriculture and forestry. 4. 118–124. [in Ukrainian].
 28. Krashchi sorty zernovoi kvasoli. [The best varieties of grain beans.]. URL: <https://vzyatinfo.biz.ua/krashhi-sorti-zernovoi-kvasoli> [in Ukrainian].
 29. Ovcharuk, O. (2014). *The influence of technological factors on growth and development and yield of the varieties of kidney beans*. Agricultural Engineering: scientific quarter journal. 4. 152. 195–203.
 30. Alemu, E. A. (2019). Malnutrition and its implications on food security. In Zero Hunger, 1st ed.; Leal Filho W., Azul A.M., Brandli, L., Özuyar P.G.; Wall T. Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland. 1–10.
- Шкатула Ю.М., Білецький О.В. Роль сорту в зональній технології вирощування квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.)**
- У статті визначено принципи підбору сортів квасолі звичайної для конкретного регіону вирощування, що в подальшому покращує кількісні та якісні показники урожаю. Крім того, оцінено чинники, що мають вплив на вибір сортів квасолі звичайної. Вказано на які аспекти слід звернути увагу при виборі сорту квасолі у різних регіонах її культивування. Здійснено оцінку та порівняння вирощування різних сортів квасолі зарубіжної та вітчизняної селекції та її вирощування в світі та Україні.
- Квасоля на сьогодні в світовому розрізі вважається однією із найбільш цінних продовольчих культур з усіх представників зернобобових. Її значення та місце у народному господарстві визначається високими смаковими та харчовими якісними показниками. Продукція із квасолі, дозволяє забезпечити потребу людини в рослинних білках та урізноманітнити раціон харчування людини, саме тому квасоля користується великим попитом серед населення світу. Особливо важливою квасоля є для країн, населення яких потерпає від дефіциту білка.
- В Україні квасоля має широкий діапазон використання. Повноцінний та здоровий раціон харчування людини включає не лише боби квасолі, але й зелені стручки, які являються також дуже цінним продуктом харчування та містять практично всі необхідні для здорового та повноцінного харчування речовини. Харчова цінність насіння квасолі окреслює вмістом білка, показник якого становить від 20 до 26%, крім того до його складу входять 41–56% вуглеводів, крохмалю, 0,4–3,5% жиру, 2,2–6,6% солей калію, фосфору, кальцію та заліза клітковини. Білок квасолі за складом амінокислот близький до тваринного рівня молока або м'яса та засвоюються організмом людини на 75–85%. До насіння квасолі входить майже увесь склад незамінних амінокислот.
- Завдяки здатності збагачувати ґрунт біологічним азотом (до 120 кг/га), та позитивний фітосанітарний вплив рослин квасолі на ґрунт дає можливість їй бути чудовим попередником для багатьох сільськогосподарських культур в сівозміні. Квасоля здавна була традиційною

культурою в Україні, але вона не знайшла широкого розповсюдження. Недостатня кількість високоврожайних сортів, придатних до механізованого збирання, недосконалість технології вирощування, недостатнє використання можливостей біологічної азотфіксації стримують вирощування квасолі у виробничих умовах.

Вимагає окремої уваги також і той факт, що значна частка поряд із вітчизняними і зарубіжними оригінаторів сортів, пропонують нам свій сортовий спектр. Варто пам'ятати, що однією перешкодою на шляху отримання максимально можливих показників продуктивності квасолі є неправильний вибір сорту. Проведений аналіз літературних даних вказує на те, що вибір сорту є чи не головним чинником, що впливає на формування врожаю.

У даний час є широкий вибір сортового матеріалу, який максимально адаптований під умови будь якого регіону, тож врахувавши усі важливі складові, що впливають на реалізацію продуктивного потенціалу цієї культури, можна обирати сорт.

Ключові слова: квасоля звичайна, сорт, гібрид, білок, оригінатор, урожайність, продуктивність.

Shkatula Yu.M., Biletskyi O.V. The role of variety in zonal technology of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation

The article defines the principles of selection of common bean varieties for a particular region of cultivation, which further improves the quantitative and qualitative indicators of the crop. In addition, the factors that influence the choice of common bean varieties are evaluated. It is indicated what aspects should be taken into account when choosing a bean variety in different regions of its cultivation. The article evaluates and compares the cultivation of different varieties of beans of foreign and domestic selection and their cultivation in the world and Ukraine.

Today, beans are considered to be one of the most valuable food crops among all representatives of legumes in the world. Its importance and place in the national economy is determined by its high taste and nutritional quality. Bean

products help to meet the human need for vegetable proteins and diversify the human diet, which is why beans are in great demand among the world's population. Beans are especially important for countries whose population suffers from protein deficiency.

In Ukraine, beans have a wide range of uses. A complete and healthy human diet includes not only beans, but also green pods, which are also a very valuable food product and contain almost all the substances necessary for a healthy and nutritious diet. The nutritional value of bean seeds is determined by their protein content, which ranges from 20 to 26%, and they also contain 41–56% carbohydrates, starch, 0.4–3.5% fat, 2.2–6.6% potassium, phosphorus, calcium and iron salts, and fibre. Bean protein has an amino acid composition close to that of milk or meat and is 75–85% digestible by the human body. Bean seeds contain almost the entire composition of essential amino acids.

The ability to enrich the soil with biological nitrogen (up to 120 kg/ha) and the positive phytosanitary impact of beans on the soil make them an excellent precursor for many crops in crop rotation. Beans have long been a traditional crop in Ukraine, but they are not widely grown. Insufficient number of high-yielding varieties suitable for mechanised harvesting, imperfect cultivation technology, and insufficient use of biological nitrogen fixation capabilities hinder the cultivation of beans in production conditions.

The fact that a significant share of domestic and foreign variety originators offer us their own varietal spectrum is also worthy of special attention. It is worth remembering that one of the obstacles to obtaining the highest possible bean productivity is the wrong choice of variety. Our analysis of the literature shows that variety selection is perhaps the most important factor affecting yield formation.

At present, there is a wide range of varietal material that is maximally adapted to the conditions of any region, so taking into account all the important components that affect the realisation of the productive potential of this crop, you can choose a variety.

Key words: common bean, variety, hybrid, protein, originator, yield, productivity.

ВИНОС ТА БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОМУ ҐРУНТІ

ЯЩЕНКО Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1407-0133

Національний університет водного господарства та природокористування

ЮВЧИК Н.О. – старший викладач

orcid.org/0000-0001-5629-0201

Національний університет водного господарства та природокористування

Постановка проблеми. Високу продуктивність сільськогосподарських культур можна сформувати лише за умови оптимального забезпечення елементами живлення, що досягається не лише внесенням високих доз добрив, а й оптимізацією всіх властивостей та життєвих процесів у ґрунті, які забезпечують відновлення його родючості, створення сприятливих для рослин режимів відповідно до їхніх біологічних потреб і підтримання стабільного мікробоценозу [1, 2]. Рослини пшениці озимої добре реагують як на застосування добрив так і проведення вапнування, що відображається у вмісті основних елементів живлення в її тканинах [3]. При цьому відносно винесення поживних елементів істотно варіює залежно від ґрунтово-кліматичних умов, величини урожаю, пропорції в урожаї між товарною і нетоварною продукцією, якості врожаю та сортових особливостей культури [4].

З урахуванням такої значної мінливості показників, а також складності кількісної оцінки балансу поживних речовин на великих просторових масштабах через різноманітність умов землекористування (найбільш точне визначення можливе на рівні окремого поля [5]), особливої ваги набувають дослідження, які сприяють розробці науково-обґрунтованих систем удобрення пшениці озимої в конкретних умовах вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збалансоване застосування добрив є одним із найважливіших факторів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Для одержання запланованої врожайності дози добрив розраховують із використанням показників винесення азоту, фосфору та калію [6]. Ці величини дають можливість певною мірою оцінити потребу рослин в елементах живлення [7, 8]. Винос елементів живлення з ґрунту врожаєм сільськогосподарських культур належить до одного з найважливіших агроекологічних показників, насамперед тому, що є важливою статтею їх балансу – критерієм оцінки стану поживного режиму ґрунту.

Баланс елементів живлення дає можливість встановити недоліки існуючої системи удобрення та дозволяє визначити оптимальні дози і співвідношення складових системи живлення [9]. На формування показників балансу найбільший вплив має застосування добрив [10]. При цьому рівень інтенсивності його визначається дозою добрив і рівнем урожаю сільськогосподарської культури. Водночас, надмірне накопичення поживних речовин у ґрунті та неефективне використання добрив може спричинити негативні явища в навколишньому

природному середовищі [11, 12]. Тому визначення балансу елементів живлення в ґрунті має значення для стабільної продовольчої безпеки і формування високого рівня врожайності культури без негативного антропогенного впливу на біоценоз [13].

Метою роботи є вивчення динаміки виносу елементів живлення пшеницею озимою та оцінка балансових показників азоту, фосфору і калію залежно від умов вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті.

Матеріали і методика досліджень. Польові дослідження проведені протягом 2021–2023 рр. у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН на дерново-підзолистому зв'язнопіщаному ґрунті. Досліджувана культура – пшениця озима. Площа посівної ділянки 99 м², облікової 50 м², повторність – триразова, розміщення – послідовне. Технологія вирощування загальноприйнята для зони Полісся.

Схема досліду включала рекомендовану для зони Західного Полісся дозу добрив ($N_{120}P_{60}K_{90}$) та розраховані за нормативним методом дози на основі витрат елементів живлення на формування 5,0 т/га зерна ($N_{130}P_{25}K_{35}$) та зерна з відповідною кількістю соломи ($N_{150}P_{50}K_{125}$). Мінеральні добрива були використані у формі аміачної селітри, амофосу і калію хлористого. Хімічні меліоранти вносили перед висівом пшениці у формі доломітового ($CaMg(CO_3)_2$) та вапнякового ($CaCO_3$) борошна. Дози меліорантів розраховані за показниками гідролітичної кислотності досліджуваних ділянок за формулою $D = Hg \times 1,5$, де Hg – гідролітична кислотність, ммоль/100 г ґрунту. Позакореневе підживлення мікродобривом Нутрівант Універсальний у дозі 2 кг/га проводили у фазу весняного кущення і виходу в трубку пшениці озимої. Облік урожаю проводився шляхом збирання і зважування основної продукції з усієї площі облікової ділянки з подальшим перерахунком на стандартну вологість (14 %).

Методика проведення досліду передбачала залишення і заорювання побічної продукції (соломи) пшениці озимої в ґрунт, тому розрахунки балансу NPK були проведені з урахуванням їх винесення лише основною продукцією (зерном). Для азоту використані середні наукові показники азотфіксації вільноживучими мікроорганізмами, надходження з опадами у зоні Полісся, для азоту, фосфору і калію – надходження з посівним матеріалом культури [14]. У варіанті без добрив і у фоні із вказаних

джерел (опаді, мікроорганізми, насіння) у ґрунт надходило 14,0 кг/га азоту, 2,0 кг фосфору і 1,4 кг/га калію.

Математичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу (ANOVA). За критерієм Фішера при $p \leq 0,05$ визначали істотність результатів дослідження.

Результати дослідження. Важливим критерієм оцінки будь-якого елементу технології вирощування культури є їх вплив на величину врожаю. На дерново-підзолистому ґрунті поєднання хімічної меліорації та удобрення є найбільш дієвим способом управління продуктивністю пшениці озимої (рис. 1).

Величина урожаю зерна пшениці озимої підвищувалась залежно від внесення різних доз і видів меліорантів у 1,8–2,4 рази порівняно з контролем (без добрив), та з фоновим варіантом – у 1,4–1,9 рази. Найвищою (4,97 т/га) вона була за внесення дози добрив, розрахованої нормативним методом на винос NPK основною і відповідною кількістю побічної продукції ($N_{150}P_{50}K_{125}$) із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$.

За використання у системі живлення культури дози добрив, розрахованої аналогічним методом, але з урахуванням винесення лише зерном ($N_{130}P_{25}K_{35}$), забезпечило врожайність 4,38 т/га. Порівняно з рекомендованою дозою ($N_{120}P_{60}K_{90}$) різниця була неістотною 0,14 т/га при $p \leq 0,05$. Отже, за високої забезпеченості ґрунту рухомим фосфором і середнього рівня рухомого калію є можливість зменшення доз фосфорних і калійних добрив до рівня відчуження їх товарною продукцією пшениці озимої без істотної втрати її продуктивності.

За умови повного виключення фосфорних і калійних добрив із системи удобрення пшениці озимої у варіанті

Фон + N_{130} (нормат. зерно) + мікродобриво урожайність зерна була меншою на 0,72 т/га порівняно з її рівнем у варіанті Фон + $N_{130}P_{25}K_{35}$ + мікродобриво. Це ще раз підкреслює важливість правильного підбору і балансування мінеральних добрив для досягнення стабільно високої продуктивності культури.

При порівнянні ефективності видів хімічних меліорантів, за застосування $CaMg(CO_3)_2$ (1,0 Нг) отримано вищу урожайність зерна на 6,0 % порівняно з $CaCO_3$ (1,0 Нг) за сумісного внесення з рекомендованою дозою ($N_{120}P_{60}K_{90}$) і позакореневим підживленням.

Для ефективного використання ґрунту з метою вирощування високоякісної сільськогосподарської продукції необхідно враховувати вміст біогенних елементів у біомасі врожаю, а також баланс поживних речовин, який є одним із ключових чинників розвитку процесів ґрунтоутворення та формування родючості ґрунту [15].

За внесення різних доз мінеральних добрив на фоні вапнування із зерном найбільше виносилось азоту від 93,3 до 132,7 кг/га (табл. 1). Відчуження фосфору із зерном залежно від досліджуваних факторів становило в межах 27,5–41,5 кг/га, калію 18,9–30,7 кг/га. Винос азоту, фосфору і калію з соломною пшениці у варіантах дослідів змінювався в межах 21,5–29,8 кг/га, 9,82–16,1 і 40,4–65,3 кг/га відповідно.

Максимальні значення винесення азоту (132,7 кг/га із зерном і 29,8 кг/га із соломною) і калію (30,7 кг/га із зерном і 65,3 кг/га із соломною) спостерігалися у варіанті з найвищою врожайністю і вмістом елементів у варіанті $N_{150}P_{50}K_{125}$ із мікродобривом на фоні 1,0 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$. Тоді як найбільші показники винесення фосфору (41,5 кг/га у зерні і 16,1 кг/га у соломі) встановлені

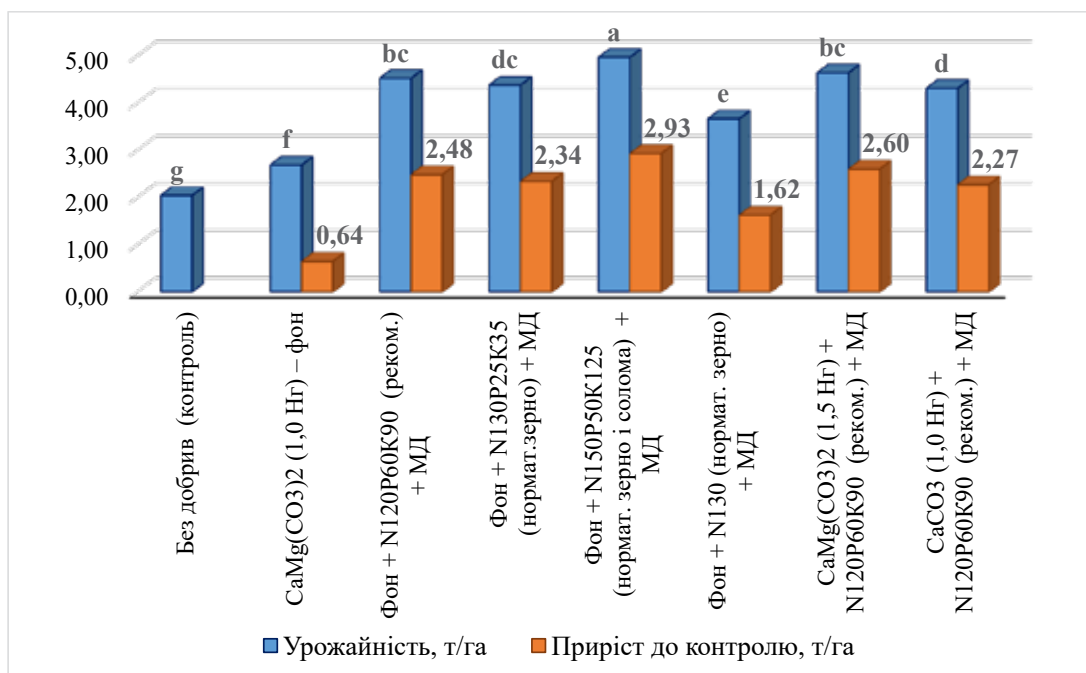


Рис. 1. Урожайність зерна пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті за мінерального удобрення і вапнування, середнє за 2021–2023 рр.

Примітка: $НР_{05}$ 0,16–0,19 т/га; значення з однаковими буквами не мають статистичної різниці за $p \leq 0,05$.

Таблиця 1

Винос елементів урожаєм пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2021–2023 рр., кг/га

Варіант	Основна продукція			Побічна продукція			Господарський винос		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив (контроль)	48,6	13,8	10,2	11,9	5,6	21,5	60,5	19,4	31,7
CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	65,3	19,5	14,0	14,9	7,0	27,9	80,3	26,5	41,8
Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД	116,8	39,4	26,1	27,1	14,7	59,6	143,9	54,1	85,8
Фон + N ₁₃₀ P ₂₅ K ₃₅ (нормат. зерно) + МД	114,5	34,8	24,4	26,2	11,7	52,9	140,7	46,5	77,3
Фон + N ₁₅₀ P ₅₀ K ₁₂₅ (нормат. зерно і солома) + МД	132,7	40,8	30,7	29,8	14,2	65,3	162,4	55,1	96,0
Фон + N ₁₃₀ (нормат. зерно) + МД	93,8	27,5	18,9	21,5	9,82	40,4	115,3	37,3	59,4
CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД	121,7	41,5	26,7	28,2	16,1	59,4	149,9	57,7	86,1
CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД	109,5	36,1	23,9	24,7	13,1	51,6	134,2	49,2	75,5
Частка виносу від господарського*, %	81,3	73,2	31,8	18,7	26,8	68,2			

Примітка *середній показник частки виносу елементів від господарського у досліді, %

у варіанті з підвищеною дозою вапнякового матеріалу у варіанті з 1,5 Нг дози CaMg(CO₃)₂ сумісно з рекомендованою дозою N₁₂₀P₆₀K₉₀ за позакоренового підживлення. Проведений статистичний аналіз між зазначеними варіантами для винесення калію як зерном, так і соломою при $p \leq 0,05$ вказує на те, що на накопичення калію в рослинах впливає доза калійного добрива (K₁₂₅) у складі мінерального удобрення N₁₅₀P₅₀K₁₂₅ на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂.

Вплив доз елементів порівняно з вапняковими матеріалами також підтверджується статистичною різницею між максимальними показниками у варіанті з дозами азоту (N₁₅₀) і калію (K₁₂₅), що визначені нормативним методом на винос NPK зерном і соломою, та рекомендованою дозою N₁₂₀P₆₀K₉₀ на фоні 1,0 Нг дози CaMg(CO₃)₂, яка становила у середньому за роки досліджень 15,9 і 2,7 кг/га азоту та 4,6 і 5,6 кг/га калію відповідно у зерні та соломі, що вище показника НІР при $p \leq 0,05$.

При порівнянні розрахункової дози добрив на винос елементів основною продукцією N₁₃₀P₂₅K₃₅ і рекомендованою дозою N₁₂₀P₆₀K₉₀ за інших однакових умов, для останньої істотний приріст накопичення у рослині отримано лише для калію у соломі. Для інших елементів винесення у середньому було в межах похибки, що свідчить про необхідність корегування доз калію у системі живлення культур за повернення соломи у ґрунт.

За господарського винесення елементів спостерігався подібний розподіл між досліджуваними варіантами. Найменше сумарне накопичення азоту, фосфору і калію у рослинах пшениці озимої за 2021–2023 рр. встановлено у контролі без добрив і за вапнування, найвищі показники пов'язані з максимальною дозою елементів у системі удобрення.

У досліді основним джерелом надходження елементів живлення у ґрунт були мінеральні добрива, що зумовило різницю між варіантами у даній статті балансу. Стаття відчуження включала дані про винесення

елементів на 1 т зерна (солома не врахована, оскільки залишалася у полі) та непродуктивні втрати азоту (20 %), величина яких урахувала дози внесеного азоту у варіантах.

Баланс елементів як величина різниці між їх надходженням та відчуженням показав, що у контролі і фоні по всіх елементах його сальдо було від'ємним із вищими показниками порівняно з варіантом вапнування (табл. 2). Це доводить, що пшениця озима збільшує споживання азоту, фосфору і калію за зміщення кислотності ґрунту у сторону нейтралізації.

Баланс елементів живлення за рекомендованою (N₁₂₀P₆₀K₉₀) та розрахованою на винос основною і побічною продукцією (N₁₅₀P₅₀K₁₂₅) доз удобрення на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂ + мікроелементи показав від'ємне сальдо по азоту (–16,6 і –8,5 кг/га) та додатне по фосфору (22,7 і 11,2 кг/га) і калію (61,8 і 92,3 кг/га). Внесення підвищеної дози доломітового борошна (1,5 Нг CaMg(CO₃)₂) чи одинарної дози CaCO₃ не змінювало тенденції розподілу балансових показників показаних для попередніх варіантів. Слід відзначити, що у варіанті розрахункової дози добрив на основну продукцію (N₁₃₀P₂₅K₃₅) на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂ із мікроелементами величина негативного балансу азоту зменшилася до –6,5 кг/га, однак, баланс фосфору був показаний як від'ємний (–7,7 кг/га) за додатного по калію (8,5 кг/га).

Деякі інші показники балансу були сформовані у варіанті застосування одних азотних добрив у дозі N₁₃₀ на фоні вапнування та позакоренового удобрення. Рівень відчуження азоту за рахунок виносу нижчими урожаями порівняно з виносом за повного мінерального живлення не перевищував його сумарного надходження з добривами та іншими джерелами, що дозволило отримати баланс на рівні 14,3 кг/га. Однак, повна відсутність фосфорних і калійних добрив у даному варіанті спричинила від'ємні баланси цих елементів, що перевищували показники у контролі і фоні.

Таблиця 2

Баланс НРК за вирощування пшениці озимої за заорювання побічною продукцією залежно від удобрення та вапнування (середнє за 2021–2023 рр.), кг/га

Стаття балансу	Елементи живлення	Варіант							
		Без добрив (контроль)	CaMg(CO ₃) ₂ (1,0 Нг) – фон	Фон + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД	Фон + N ₁₃₀ P ₂₅ K ₃₅ (нормат. зерно) + МД	Фон + N ₁₅₀ P ₅₀ K ₁₂₅ (нормат. зерно і солома) + МД	Фон + N ₁₃₀ (нормат. зерно) + МД	CaMg(CO ₃) ₂ (1,5 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД	CaCO ₃ (1,0 Нг) + N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ (реком.) + МД
Надходження, кг/га	N	14,0	14,0	134,0	144,0	164,0	144,0	134,0	134,0
	P ₂ O ₅	2,0	2,0	62,0	27,0	52,0	2,0	62,0	62,0
	K ₂ O	1,4	1,4	91,4	36,4	126,4	1,4	91,4	91,4
Відчуження, кг/га	N	58,6	75,2	150,6	150,5	172,5	129,7	155,6	144,8
	P ₂ O ₅	13,7	19,5	39,3	34,7	40,8	27,5	41,5	36,5
	K ₂ O	13,7	17,4	29,6	27,9	34,1	22,4	30,1	27,6
Баланс, кг/га	N	-44,6	-61,2	-16,6	-6,5	-8,5	14,3	-21,6	-10,8
	P ₂ O ₅	-11,7	-17,5	22,7	-7,7	11,2	-25,5	20,5	25,5
	K ₂ O	-12,3	-16,0	61,8	8,5	92,3	-21,0	61,3	63,8
Інтенсивність балансу, %	N	23,9	18,6	89,0	95,7	95,1	111,0	86,1	92,6
	P ₂ O ₅	14,6	10,3	157,7	77,7	127,6	7,3	149,6	169,9
	K ₂ O	10,2	8,0	309,1	130,6	370,1	6,2	303,6	330,7

У результаті досліджень визначено, що по азоту показники інтенсивності балансу знаходяться у допустимих межах для усіх удобрених варіантів (86,1–111,1 %) [16]. При цьому у варіанті із рекомендованою дозою азоту інтенсивність балансу була найнижчою серед варіантів застосування повного мінерального живлення, тобто за дози N₁₂₀ показник інтенсивності балансу азоту був на 6,7 % нижчим ніж за дози N₁₃₀ розрахованої на винос основною продукцією.

Відсутність фосфору у системі живлення культури спричинила зниження інтенсивності балансу до 7,3 %, що як наслідок може спричинити збіднення ґрунтів на даний елемент та зниження продуктивності пшениці озимої за його дефіциту. Інтенсивність балансу за дози P₂₅ на рівні 77,7 % у порівнянні з науково-обґрунтованими даними також є недостатньою, але враховуючи, що рівень забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором дуже високий, а внесення вищих P₅₀₋₉₀ доз фосфору спричиняє зростання інтенсивності балансу елементу до 127,6–169,9 кг/га і накопичення рухомих фосфатів у ґрунті, то такий рівень удобрення фосфору в умовах дослідів є екологічно та економічно обґрунтованим.

Найбільш раціональним за показниками інтенсивності балансу калію з урахуванням його виносу лише основною продукцією є розрахункова доза мінеральних добрив визначена нормативним методом на винос елементів живлення зерном пшениці озимої – N₁₃₀P₂₅K₃₅ на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂ із мікроелементами. За такого удобрення інтенсивність балансу калію становила 130,6 %, тоді як за інших доз приймала критичні значення: 6,2 % за відсутності калію K₀ або 309,1–370,1 за доз K₉₀₋₁₂₅ на різних фонах вапнування.

Висновки. Найбільш дієвим способом управління продуктивністю пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті є поєднання хімічної меліорації та удобрення. Залежно від внесення різних доз і видів меліорантів урожайність зерна пшениці озимої зростала більше ніж у два рази порівняно з контролем. Найвищу врожайність (4,97 т/га) було отримано при внесенні добрив у дозі N₁₅₀P₅₀K₁₂₅ із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂, що забезпечило приріст урожаю до контролю на 143,6 %.

У господарському виносі елементів урожаєм рослин пшениці озимої найбільша кількість відзначена для азоту – 60,5–162,4 кг/га, потім калію – 31,7–96,0 кг/га, найменше виноситься фосфор – 19,4–57,7 кг/га. Максимальні значення величини виносу азоту і калію із основною і побічною продукцією спостерігалися за внесення N₁₅₀P₅₀K₁₂₅ + мікродобриво на фоні 1,0 Нг дози CaMg(CO₃)₂, тоді як фосфору у варіанті N₁₂₀P₆₀K₉₀ (реком.) + мікродобриво на фоні 1,5 Нг дози CaMg(CO₃)₂.

Найбільш оптимальним варіантом за балансовими показниками для вирощування пшениці озимої при залишенні побічної продукції в полі є застосування розрахункової дози добрив, що компенсує винос НРК основною продукцією (N₁₃₀P₂₅K₃₅), у поєднанні з позакореневим внесенням мікроелементів на фоні 1,0 Нг CaMg(CO₃)₂. Така система удобрення забезпечує високий рівень інтенсивності балансу калію (130,6 %), запобігає дефіциту азоту (95,7 %) та уникає перенасичення ґрунту фосфору (77,7 %) за високого вмісту в ньому рухомих сполук, що є важливим для підтримання оптимальної родючості ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Мартинюк А.Т., Бойко В.П. Внесення основних елементів живлення з ґрунту культурами польової сівозміни за різного удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвід. тем. наук. збірник*. 2021. Вип. 91. Харків: ННЦ "ІГА ім. О.Н. Соколовського". 2021. С. 31–40. <https://doi.org/10.31073/acss91-04>.
2. Ågren G.I., Weih M. Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytologist*. 2012. 194: P. 944–952. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04114.x>.
3. Фатєєва А. І., Самохвалова В. П. Діагностика стану хімічних елементів системи ґрунт – рослина. Харків: КП «Міськдрук», 2012. 146 с.
4. Система удобрення сільськогосподарських культур у землеробстві початку XXI століття. / За ред. С. А. Балюка, М. М. Мірошніченка. Київ: Альфа-стевія, 2016. 400 с.
5. Roy, R.N.; Misra, R.V.; Lesschen, J.P.; Smaling, E.M. Assessment of soil nutrient balance: approaches and methodologies. 2003, Rome, Italy: FAO, 101 p. URL: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y5066e>
6. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. № 3. С. 18–24.
7. Польовий В.М., Яценко Л.А., Ровна Г.Ф., Гук Б.В., Ювчик Н.О. Еколого-економічні аспекти вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистих ґрунтах залежно від удобрення і вапнування. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 64–70.
8. Польовий В.М., Яценко Л.А., Ювчик Н.О. Винос елементів живлення пшеницею озимою залежно від удобрення і вапнування в умовах Західного Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 5. С. 5–12.
9. Господаренко Г. М., Любич В. В., Мартинюк А. Т. Агрохімічні властивості ґрунту за тривалого застосування мінеральних добрив. *Аграрні інновації*. 2023. № 19. С. 34–38.
10. Господаренко Г.М. Любич В.В., Сіліфонов Т.В. Формування балансу основних елементів живлення за вирощування різних сортів пшениці м'якої озимої залежно від системи удобрення. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. Випуск 105. Частина перша. 2024. С. 338–352.
11. Гамаюнова В.В., Томницький А.В. Баланс основних елементів живлення у ґрунті залежно від внесення мінеральних добрив під нут. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2013. Вип. 1. С. 103–108.
12. Losacco D., Ancona V., De Paola D., Tumolo M., Massarelli C., Gatto A., Uricchio V.F. Development of Ecological Strategies for the Recovery of the Main Nitrogen Agricultural Pollutants: A Review on Environmental Sustainability in Agroecosystems. *Sustainability*. 2021. Vol. 13. 7163.
13. Ju X., Xing G., Chen X., Zhang S., Zhang L., Liu X., Cui Z., Yin B., Christie P., Zhu Z., et al. Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2009. Vol. 106. P. 3041–3046.
14. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2022. 376 с.
15. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф. Землеробство XXI століття – проблеми та шляхи вирішення. *Землеробство*. 2015. Вип. 2. С. 3–11.
16. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив. К.: Вища школа. 2002. 317 с.

REFERENCES:

1. Hospodarenko H.M., Cherny O.D., Martyniuk A.T., Boiko V.P. (2021). Vnesennia osnovnykh elementiv zhyvlennia z gruntu kulturamy polovoi sivozminy za riznoho udobrennia [Removal of the main nutrients from the soil by crops of field crop rotation under different fertilisers]. *Ahrokhimiia i gruntoznastvo*, 91, 31–40. <https://doi.org/10.31073/acss91-04>. [in Ukrainian].
2. Ågren G.I., Weih M. (2012). Plant stoichiometry at different scales: element concentration patterns reflect environment more than genotype. *New Phytologist*, 194, 944–952. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04114.x>.
3. Fatieieva A. I., Samokhvalova V. P. (2012) Diahnostyka stanu khimichnykh elementiv systemy grunt – roslyna [Diagnostics of the state of chemical elements of the soil-plant system]. Kharkiv: KP «Miskdruk», 146 s. [in Ukrainian].
4. Baliuk S. A., Miroshnychenko M. M. (2016). Systema udobrennia silskohospodarskykh kultur u zemlerobstvi pochatku XXI stolittia [The system of crop fertilisation in agriculture of the early XXI century]. Kyiv: Alfa-steviiia, 400 [in Ukrainian].
5. Roy, R.N.; Misra, R.V.; Lesschen, J.P.; Smaling, E.M. (2003). Assessment of soil nutrient balance: approaches and methodologies. Rome, Italy: FAO, 101. URL: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y5066e>
6. Liubych V. V. (2017). Vplyv abiotychnykh ta biotychnykh chynnykiv na produktyvnist sortiv i liniy pshenytsi spelti [Influence of abiotic and biotic factors on the productivity of spelt varieties and lines]. *Visnyk Poltavskoi DAA*, 18–24. [in Ukrainian].
7. Polovyi V.M., Yashchenko L.A., Rovna H.F., Huk B.V., Yuvchik N.O. (2021). Ekolohe-ekonomichni aspekty vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi na dernovo-pidzolystrykh gruntakh zalezno vid udobrennia i vapnuvannia [Ecological and economic aspects of winter wheat cultivation on sod-podzolic soils depending on fertilisation and liming]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, 2, 64–70. [in Ukrainian].
8. Polovyi V.M., Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. (2021). Vynos elementiv zhyvlennia pshenytsiei ozymoiu zalezno vid udobrennia i vapnuvannia v umovakh Zakhidnoho Polissia [Removal of nutrients by winter wheat depending on fertilisation and liming in Western Polissia]. *Visnyk ahrranoi nauky*, 5, 5–12. [in Ukrainian].
9. Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Martyniuk A. T. (2023). Ahrokhimichni vlastyivosti gruntu za tryvalohe zastosuвання mineralnykh dobriv [Agrochemical properties of soil with long-term use of mineral fertilisers]. *Ahrrarni innovatsii*, 19, 34–38. [in Ukrainian].
10. Hospodarenko H.M. Liubych V.V., Silifonov T.V. (2024). Formuvannia balansu osnovnykh elementiv zhyvlennia za vyroshchuvannia riznykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi zalezno vid systemy udobrennia [Formation of the balance of basic nutrients in the cultivation of different varieties of soft winter wheat depending on

- the fertilisation system]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*, 105(1), 338–352. [in Ukrainian].
11. Hamaiunova V.V., Tomnytskyi A.V. (2013). Balans osnovnykh elementiv zhyvlennia u grunti zalezno vid vnesennia mineralnykh dobryv pid nut [Balance of the main nutrients in the soil depending on the application of mineral fertilisers for chickpea]. *Visnyk ahraryi nauky Prychornomoria*, 1, 103–108. [in Ukrainian].
 12. Losacco D., Ancona V., De Paola D., Tumolo M., Massarelli C., Gatto A., Uricchio V.F. (2021). Development of Ecological Strategies for the Recovery of the Main Nitrogen Agricultural Pollutants: A Review on Environmental Sustainability in Agroecosystems. *Sustainability*, 13, 7163.
 13. Ju X., Xing G., Chen X., Zhang S., Zhang L., Liu X., Cui Z., Yin B., Christie P., Zhu Z., et al. (2009). Reducing environmental risk by improving N management in intensive Chinese agricultural systems. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 106, 3041–3046.
 14. Hospodarenko H. M. (2022). Systema zastosuvannia dobryv [Fertiliser application system]. Kyiv : TOV «SIK HRUP UKRAINA», 376 s. [in Ukrainian].
 15. Kaminskyi V.F., Saiko V.F. (2015). Zemlerobstvo XXI stolittia – problemy ta shliakhy vyrishennia [Agriculture in the 21st century – problems and solutions]. *Zemlerobstvo*, 2, 3–11. [in Ukrainian].
 16. Lisoval A.P., Makarenko V.M., Kravchenko S.M. Systema zastosuvannia dobryv. K.: Vyshcha shkola. 2002. 317 s. [in Ukrainian].

Яценко Л.А., Ювчик Н.О. Винос та баланс елементів живлення за вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті

Мета досліджень. Вивчення динаміки виносу елементів живлення пшеницею озимою та оцінка балансових показників азоту, фосфору і калію залежно від умов вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті. **Методика досліджень.** Польовий дослід для вивчення впливу досліджуваних факторів; агрохімічний аналіз для кількісного визначення вмісту елементів живлення в ґрунті та рослинах; статистичні методи для обґрунтування істотності отриманих результатів. **Результати досліджень.** У середньому за 2021–2023 рр. роки досліджень величина урожаю зерна пшениці озимої підвищувалась залежно від внесення різних доз і видів меліорантів у 1,8–2,4 рази порівняно з контролем (без добрив), та з фоновим варіантом – у 1,4–1,9 рази. Найвищою (4,97 т/га) вона була за внесення дози добрив, розрахованої нормативним методом на винос NPK основною і відповідною кількістю побічної продукції ($N_{150}P_{50}K_{125}$) із дворазовим позакореневим підживленням мікродобривом на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$. У господарському виносі елементів урожаєм рослин пшениці озимої найбільша кількість відзначена для азоту – 60,5–162,4 кг/га, потім калію – 31,7–96,0 кг/га, найменше виноситься фосфор – 19,4–57,7 кг/га. Баланс елементів живлення за рекомендованої ($N_{120}P_{60}K_{90}$) та розрахованої на винос основною і побічною продукцією ($N_{150}P_{50}K_{125}$) доз удобрення на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$ + мікроелементи показав від’ємне сальдо по азоту (–16,6 і –8,5 кг/га) та додатне по фосфору (22,7 і 11,2 кг/га) і калію (61,8 і 92,3 кг/га). Внесення підвищеної дози доломітового борошна (1,5 Нг $CaMg(CO_3)_2$) чи одинарної дози $CaCO_3$ не змінювало тенденції розподілу балансових показників показаних для попередніх

варіантів. У варіанті розрахункової дози добрив на основу продукцію ($N_{130}P_{25}K_{35}$) на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$ із мікроелементами величина негативного балансу азоту зменшилася до –6,5 кг/га, однак, баланс фосфору був показаний як від’ємний (–7,7 кг/га) за додатного по калію (8,5 кг/га). **Висновки.** Найбільш дієвим способом управління продуктивністю пшениці озимої на дерново-підзолистому ґрунті є поєднання хімічної меліорації та удобрення. Залежно від внесення різних доз і видів меліорантів урожайність зерна пшениці озимої зростала більше ніж у два рази порівняно з контролем. Максимальні значення величини виносу азоту і калію із основною і побічною продукцією спостерігалися за внесення $N_{150}P_{50}K_{125}$ + мікродобриво на фоні 1,0 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$, тоді як фосфору у варіанті $N_{120}P_{60}K_{90}$ (реком.) + мікродобриво на фоні 1,5 Нг дози $CaMg(CO_3)_2$. Найбільш оптимальним варіантом за балансовими показниками для вирощування пшениці озимої при залишенні побічної продукції в полі є застосування розрахункової дози добрив, що компенсує винос NPK основною продукцією ($N_{130}P_{25}K_{35}$), у поєднанні з позакореневим внесенням мікроелементів на фоні 1,0 Нг $CaMg(CO_3)_2$. Така система удобрення забезпечує високий рівень інтенсивності балансу калію (130,6 %), запобігає дефіциту азоту (95,7 %) та уникає перенасичення ґрунту фосфору (77,7 %) за високого вмісту в ньому рухомих сполук, що є важливим для підтримання оптимальної родючості ґрунту.

Ключові слова: озима пшениця, удобрення, вапнування, господарський винос, баланс елементів живлення.

Yashchenko L.A., Yuvchik N.O. Removal and balance of nutrients in winter wheat cultivation on sod-podzolic soil

Purpose. To study the dynamics of nutrient removal by winter wheat and to estimate the balance indices of nitrogen, phosphorus and potassium depending on the conditions of winter wheat cultivation on sod-podzolic soil. **Methods.** Field experiment to study the impact of the factors under study; agrochemical analysis to quantify the content of nutrients in soil and plants; statistical methods to substantiate the significance of the results. **Results.** On average, in 2021–2023, the yield of winter wheat increased by 1.8–2.4 times compared to the control (without fertilisers) and by 1.4–1.9 times compared to the background variant, depending on the application of different doses and types of ameliorants. It was the highest (4.97 t/ha) when applying a fertiliser dose calculated by the normative method for the removal of NPK with the main and corresponding amount of by-products ($N_{150}P_{50}K_{125}$) with two foliar fertilisation with microfertiliser on a background of 1.0 Hh $CaMg(CO_3)_2$. In the economic removal of elements by the harvest of winter wheat plants, the largest amount was recorded for nitrogen – 60.5–162.4 kg/ha, then potassium – 31.7–96.0 kg/ha, and the least amount of phosphorus – 19.4–57.7 kg/ha. The balance of nutrients at the recommended ($N_{120}P_{60}K_{90}$) and calculated for removal by the main and by-products ($N_{150}P_{50}K_{125}$) doses of fertiliser against the background of 1.0 Hh $CaMg(CO_3)_2$ + microelements showed a negative balance for nitrogen (–16.6 and –8.5 kg/ha) and a positive balance for phosphorus (22.7 and 11.2 kg/ha) and potassium (61.8 and 92.3 kg/ha). The introduction of an increased dose of dolomite flour (1.5 Ng $CaMg(CO_3)_2$) or a single dose of $CaCO_3$ did not change the trend of distribution of balance indicators shown for the previous variants. In the

variant of the calculated dose of fertiliser for the main product ($N_{130}P_{25}K_{35}$) on the background of 1.0 Hh $CaMg(CO_3)_2$ with microelements, the value of the negative nitrogen balance decreased to -6.5 kg/ha, however, the phosphorus balance was shown as negative (-7.7 kg/ha) with a positive potassium balance (8.5 kg/ha). **Conclusions.** The most effective way to manage the productivity of winter wheat on sod-podzolic soil is a combination of chemical amelioration and fertilisation. Depending on the application of different doses and types of ameliorants, the yield of winter wheat grain increased more than twice compared to the control. The maximum values of nitrogen and potassium removal with the main and by-products were observed when $N_{150}P_{50}K_{125}$ + microfertiliser was applied against the background of 1.0 Hh dose of $CaMg(CO_3)_2$, while phosphorus

in the variant $N_{120}P_{60}K_{90}$ (rec.) + microfertiliser against the background of 1.5 Hh dose of $CaMg(CO_3)_2$. The most optimal option in terms of balance indicators for growing winter wheat while leaving by-products in the field is the use of a calculated dose of fertiliser that compensates for the removal of NPK by the main product ($N_{130}P_{25}K_{35}$), combined with foliar application of trace elements on the background of 1.0 Hh $CaMg(CO_3)_2$. This fertilisation system ensures a high level of potassium balance intensity (130.6%), prevents nitrogen deficiency (95.7%) and avoids soil oversaturation with phosphorus (77.7%) due to the high content of mobile compounds, which is important for maintaining optimal soil fertility.

Key words: winter wheat, fertilisation, liming, economic removal, balance of nutrients.

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ МІТОТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ В КОРИНЦЯХ АМАРАНТУ

ГУДИМ О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-0733-3006

Державний біотехнологічний університет

ГОПЦІЙ Т.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0288-7592

Державний біотехнологічний університет

ЛИМАНСЬКА С.В. – кандидат біологічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-7049-4884

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Одним із основних завдань мутаційної селекції рослин є вивчення генетичної активності мутагенних факторів з метою встановлення оптимальних умов для отримання максимальної кількості спадкових змін у вихідному рослинному матеріалі [1]. Як відомо, спонтанні мутації зумовлені змінами у молекулярній структурі генів, кількості або структурі хромосом. Вони є єдиним джерелом появи принципово нових ознак і властивостей живих організмів. Усі мутагенні фактори, що використовуються для створення нових форм, поділяються на фізичні, хімічні та біологічні. До фізичних мутагенів належать радіація, температурний фактор, ультразвук. Радіація представлена електромагнітним та корпускулярним випромінюванням. Найефективніше у практичній селекції використовується електромагнітне випромінювання, зокрема гамма-випромінювання.

Дослідження низки науковців [2; 3] переконливо демонструють, що за допомогою мутагенів можна змінювати такі ознаки, як урожайність, висота стебла, щільність колоса, забарвлення та якість зерна, стійкість до хвороб тощо, водночас зберігаючи основний комплекс властивостей вихідного сорту.

Однак отримання мутантів і їх застосування у селекційному процесі потребує вивчення генетичної природи виникаючих змін, що має велике значення для підбору ефективних і специфічно діючих мутагенів. Тому, велику увагу приділяють вивченню рівня мітотичної активності, частоти та спектра хромосомних аберацій у перших пострадіаційних мітотичних циклах клітин кореневої меристеми дозволяє отримати достовірну оцінку рівня первинних пошкоджень генетичних систем і активності репараційних процесів [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із переконливих доказів впливу мутагенів та основних показників генетичної мінливості організмів на клітинному рівні є хромосомні аберації, поява яких залежить від природи та дози мутагена, а також від чутливості клітин різних генотипів до мутагенного впливу [3; 4]. Під впливом високих доз змінюються структура і функції геному, що проявляється у загальному збільшенні

частки клітин із хромосомними абераціями, пригніченні, затримці й навіть повному припиненні мітозів [5].

Цитологічними методами дослідження амаранту почав займатися F.W. Grant ще у 60-х роках XX століття, а у 1972 році цю роботу продовжили Т. N. Khoshoo та Pal M. [6], які зосередили увагу на більш детальному вивченні хромосом. Починаючи з 90-х років XX століття, науковці проводили дослідження з підрахунку кількості хромосом у різних видів амаранту та створення ідіограм. В Україні в 90-х рр. XX ст. вченими Харківського державного аграрного університету, під керівництвом Т. І. Гопцій [7], були проведені дослідження з вивчення протікання мітозу в кореневій меристемі різних видів амаранта та утворення хромосомних аберацій під впливом фізичного мутагенезу.

У 2013 році Bonarosa M. та співавтори [8] досліджували хромосомні аберації у мітозі, мінливість і розподіл гетерохроматину в клітинах амаранту.

Селекція амаранту ускладнена змішаною системою запилення [9] та прихованою мінливістю його геному [10]. Тому для цієї культури важливим є пошук методів, що дозволяють розширити та підвищити ефективність різних селекційно-генетичних програм. У зв'язку з цим необхідне вивчення генетики окремих ознак амаранту, що має велике значення для виявлення та збереження генетичного різноманіття культури, допомагає обрати найефективніші методи та напрями роботи зі створення нового селекційного матеріалу [11; 12; 13].

Метою наших досліджень було удосконалити існуючу методику приготування тимчасових препаратів для огляду фаз мітозу і встановлення мітотичної активності в корінцях амаранту.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились на кафедрі генетики, селекції та насінництва Державного біотехнологічного університету. Вихідним матеріалом для дослідження були три сорти амаранту виду *Amaranthus hypochondriacus* (Сем, Харківський 1, Студентський). Проводили обробку насіння фізичним мутагеном (гамма-випромінюванням). Джерело опромінення – ⁶⁰Co. Дози опромінення: 15 Гр, 30 Гр, 40 Гр, 150 Гр, 400 Гр і 700 Гр. Місце проведення обробки – ННЦ

Інститут метрології (Україна, Харків). Установка – ДЕТУ 12-05-02.

Контролем слугувало необроблене насіння амаранту.

Для лабораторних цитогенетичних досліджень використовували 100 насінин кожного сорту, кожного варіанту опромінення. Для визначення мітотичної активності меристематичних тканин проростків амаранта у кожному варіанті аналізували 5000 клітин з 10 корінців. Підраховували кількість клітин в різних фазах мітозу (профаза, метафаза, анафаза, телофаза) відповідно до загальноприйнятої методики [7; 14].

Відомий спосіб приготування давлених тимчасових препаратів для огляду фаз мітозу полягає в наступних діях:

– насіння розміщують в чашках Петрі на зволожений 5 мл дистильованої води фільтрувальний папір, потім поміщають в термостат при температурі 22 °С–24 °С на 24 години. Воду зливають і поміщають насіння в холодильник на 5 годин при температурі 0 °С–2 °С. Потім знову в термостат поки корінці не досягнуть довжини 0,5 см. Зміна температурного режиму призводить до мітотичної активності в клітинах корінця;

– пінцетом корінці обривають і фіксують в бюксах з оцтовим алкоголем (3:1) на 12 годин, після цього матеріал промивають та зберігають в 70 % розчині спирту, далі пінцетом корінці розміщують на предметному склі,

лезом відокремлюють зону ділення, скляною піпеткою нанести 2–3 краплини ацетокарміну, накривають покривним склом, роздавлюють сірником корінець. Перегляд фаз починають на малому збільшенні далі переключають на середнє

Мітотичний індекс (МІ) визначали в промілі, тобто кількість мітозів на 1000 клітин [7; 14].

Результати досліджень. Труднощі одержання якісних препаратів для проведення цитологічних досліджень у амаранта полягають в тому, що він чутливий до температури пророщування насіння, що впливає на характер протікання мітозу та його інтенсивність. Дослідження з *A. hypochondriacus* показали, що температура 20–25 °С уповільнює утворення меристематичних клітин, в той час як температура 35 °С сприяє активізації протікання мітозу. Крім того було встановлено, що характеру протікання мітозу у амаранта притаманна деяка періодичність. Підвищення мітотичної активності було вдень при температурі пророщування 35 °С, досягаючи свого піку о 12 годині дня при тридобовому пророщуванні. Потім спостерігається спад і найменша мітотична активність спостерігалась о 15 годині. При температурному режимі пророщування 25 °С спостерігалось уповільнення мітотичної активності, що призводить до збільшення профаз і телофаз. Мітотичний індекс визначався з урахуванням кожної фази мітозу [14; 15].

Таблиця 1

Мітотична активність у корінцях амаранту під впливом гамма-опромінення (t=25 °С)

Сорт	Доза	Досліджено клітин	Кількість клітин в фазах								Мітотичний індекс, ‰
			профаза		метафаза		анафаза		телофаза		
			клітин	%	клітин	%	клітин	%	клітин	%	
Студентський	K**	5000	281	5,6	171	3,4	161	3,2	262	5,2	17,5
	15 Гр	5000	265	5,3	164	3,3	146	2,9	232	4,6	16,1
	30 Гр	5000	242	4,8	144	2,8	139	2,8	214	4,2	14,8
	40 Гр	5000	221	4,4	132	2,6	133	2,6	189	3,8	13,5
	150 Гр	5000	181	3,6	115	2,2	122	2,4	152	3,1	11,4*
	400 Гр	5000	165	3,3	94	1,8	116	2,3	149	2,9	10,4*
	700 Гр	5000	158	3,2	92	1,3	111	2,2	146	2,8	10,1*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3
Харківський-1	K**	5000	268	5,3	159	3,2	157	3,6	254	5,1	16,7
	15 Гр	5000	252	5,1	142	2,8	154	3,1	259	5,2	16,1
	30 Гр	5000	238	4,8	139	2,7	147	2,9	231	4,6	15,1
	40 Гр	5000	222	4,4	118	2,3	136	2,7	220	4,4	13,9
	150 Гр	5000	189	3,8	109	1,8	114	2,3	206	4,1	12,2*
	400 Гр	5000	161	3,2	89	1,7	112	2,2	187	3,7	10,9*
	700 Гр	5000	156	3,1	86	1,6	104	2,1	163	3,2	10,2*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5
Сем	K**	5000	276	5,5	165	3,3	166	3,3	264	5,3	17,4
	15 Гр	5000	265	5,3	152	3,1	150	3,1	253	5,1	16,4
	30 Гр	5000	259	5,2	145	2,8	146	2,9	232	4,6	15,6
	40 Гр	5000	232	4,6	132	2,6	132	2,6	188	3,7	13,7
	150 Гр	5000	198	4,9	116	2,2	121	2,4	176	3,5	12,4*
	400 Гр	5000	164	3,3	93	1,8	118	2,3	153	3,1	10,6*
	700 Гр	5000	158	3,1	78	1,5	105	2,1	148	2,9	9,9*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,1

Примітка. * – різниця з контролем достовірна при P=0,95, K** – контроль

Було встановлено, що максимум метафаз і анафаз спостерігався на третю добу пророщування о 12 годині дня, що дуже важливо враховувати при підготовці матеріалу для фіксації. Установлено також, що оптимальна довжина корінців 1,0–1,5 см. Корінці більшої або меншої довжини виявилися непридатними для дослідження [7; 15].

Результати дослідження мітотичної активності кореневої меристеми насіння амаранту після гамма-опромінення свідчать про відмінність сортів Студентський, Харківський-1 і Сем за кількістю клітин, які перебували в стадіях мітозу. При температурному режимі 25 °С було виявлено, що в усіх варіантах максимальна кількість клітин знаходилася в профазі (табл. 1). Так, наприклад, у сорту Студентський у контрольному варіанті кількість клітин в профазі становила 5,6 % від загальної кількості досліджених клітин, В дозі 15 Гр – 5,3 %, 150 Гр – 3,6 %, 700 Гр – 3,2 %. За температурного режиму 25 °С було відмічено зниження відсотку клітин в метафазі та анафазі порівняно з профазою. Тому, в контролі сорту Студентський ідентифіковано 3,4 % метафазних та 3,2 % анафазних клітин, при опроміненні дозою 150 Гр отримали 2,2 % метафаз і 2,4 % анафаз, а за дози 700 Гр – кількість метафазних клітин становила лише 1,3 %. При цьому мітотичний індекс варіював від 16,4 % при дозі 15 Гр

до 10,1 % за опромінення 700 Гр. Аналогічну ситуацію за досліджуваними показниками ми спостерігали і в інших сортів амаранта.

При температурному режимі 35 °С відмічалось збільшення кількості клітин у метафазах, анафазах та збільшення мітотичної активності в цілому (табл. 2) [15; 16]. Так, у сорту Студентський мітотичний індекс дозі 15 Гр склав 38 %, що на 0,6 % перевищував результат отриманий в контролі – 37,4 %. У той же час обробка насіння дозами 150 Гр, 400 Гр і 700 Гр негативно впливала на процес ділення клітин, а іноді і призводила до повного пригнічення мітотичної активності. Так, у сорту Студентський мітотичний індекс в дозі 150 Гр був меншим, ніж у контролі на 4,0 % і становив 33,4 %, а під дією дози опромінення 700 Гр – 29 %.

У результаті дослідження також було доведено, що забарвлення корінців амаранта розчином ацетокарміну шляхом підігріву викликає помутніння цитоплазми клітин, що ускладнює проведення цитологічних досліджень (рис. 1). Щоб одержати матеріал придатний для дослідження краще витримувати корінці амаранта в розчині ацетоарсеїну протягом 1–2 діб, що сприяє поступовому проникненню барвника в тканину [17; 18].

Висновки. Удосконалено спосіб приготування тимчасових давлених препаратів для визначення мітотичної активності в меристемах сортів амаранта. Суть

Таблиця 2

Мітотична активність у корінцях амаранту під впливом гамма-опромінення (t=35 °С)

Сорт	Доза	Досліджено клітин	Кількість клітин в фазах								Мітотичний індекс, %
			профаза		метафаза		анафаза		телофаза		
			клітин	%	клітин	%	клітин	%	клітин	%	
Студентський	K**	5000	380	7,6	570	11,4	560	11,2	361	7,2	37,4
	15 Гр	5000	364	7,3	565	11,3	549	10,9	331	6,6	38,0
	30 Гр	5000	341	6,8	543	10,8	538	10,8	311	6,2	34,7
	40 Гр	5000	320	6,4	530	10,6	530	10,6	288	5,8	33,4*
	150 Гр	5000	280	5,6	514	10,2	520	10,4	251	5,1	31,3*
	400 Гр	5000	264	5,3	493	9,8	517	10,3	248	4,9	30,1*
	700 Гр	5000	259	5,2	495	9,3	510	10,2	245	4,8	29,5*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,6
Харківський 1	K**	5000	367	7,3	558	11,2	558	11,6	353	7,1	36,7
	15 Гр	5000	351	7,1	541	10,8	553	11,1	358	7,2	36,9
	30 Гр	5000	339	6,8	538	10,7	548	10,9	330	6,6	35,1
	40 Гр	5000	321	6,4	519	10,3	535	10,7	321	6,4	33,9
	150 Гр	5000	288	5,8	490	9,8	515	10,3	305	6,1	31,9*
	400 Гр	5000	260	5,2	488	9,7	511	10,2	286	5,7	30,9*
	700 Гр	5000	255	5,1	482	9,6	506	10,1	262	5,2	30,1*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,1
Сем	K**	5000	375	7,5	564	11,3	564	11,3	363	7,3	37,3
	15 Гр	5000	364	7,3	551	11,1	551	11,1	352	7,1	37,4
	30 Гр	5000	358	7,2	544	10,8	544	10,9	331	6,6	35,5
	40 Гр	5000	331	6,6	531	10,6	531	10,6	287	5,7	33,6*
	150 Гр	5000	297	5,9	512	10,2	522	10,4	275	5,5	32,1*
	400 Гр	5000	263	5,3	491	9,8	516	10,3	252	5,1	30,4*
	700 Гр	5000	257	5,1	475	9,5	508	10,1	249	4,9	29,8*
	HIP _{0,5}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4

Примітка. * – різниця з контролем достовірна при P=0,95, K** – контроль

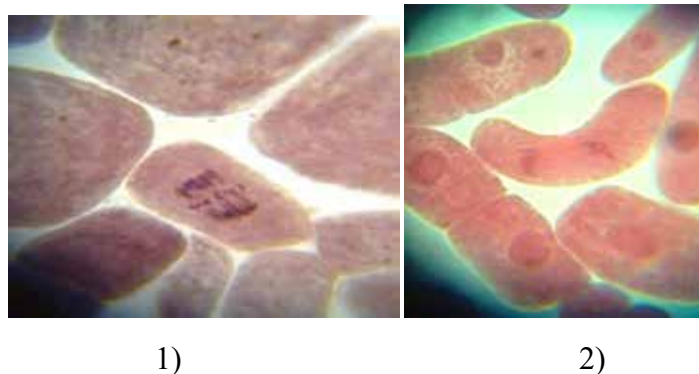


Рис. 1. Зображення меристематичних клітин амаранту (1 – барвник ацетоарсеїн; 2 – барвник ацетокармін)

удосконалення полягає в тому, що насіння пророщують в термостаті при температурі 35 °C 24 години, корінці фіксують в оцтовому алкоголі протягом 12 годин, послідовно промивають 70 % розчином спирту і поміщають в бюкси з ацетоарсеїном на 1–2 доби, забарвлений матеріал розміщують на предметному склі, додають 1–2 краплини 45 % оцтової кислоти, накривають покривним склом, підігрівають над спиртівкою декілька секунд роздавляють сірником, при роботі з мікроскопом на збільшенні 100 використовують імерсійне масло. Запропоноване вдосконалення сприяє визначенню достовірної об'єктивної оцінки селекційного матеріалу за мітотичною активністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Mekonnen G., Woldeesenbet M., Teshale T. et. al. *Amaranthus caudatus* Production and Nutrition Contents for Food Security and Healthy Living in Menit Shasha, Menit Goldya and Maji Districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia. *Nutrition & Food Science International Journal*. 2018. Vol. 7, No 3. doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.07.555712.
- Tang Y., Tsao R. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. *Molecular Nutrition & Food Research*. 2017. Vol. 61. No 7. P. 1600767 (1–16). doi: 10.1002/mnfr.201600767
- Topwal M. Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. *Acta scientific agriculture*. 2019. Vol. 3, No. 1. P. 9–15.
- Karamać M., Gai F., Longato E. et. al. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Amaranth (*Amaranthus caudatus*) during. *Plant Growth. Antioxidants*. 2019. Vol. 8, No. 6. doi.org/10.3390/antiox8060173.
- Stankevich G., Valentiuk N., Ovsianynkova L., Zhygunov D. Changes in quality of amaranth grain in the process of post-harvesting processing and storage. *Food Science and Technology*. 2021. 15 (1). С. 80–90.
- Khosho, T. N., Pal, M., Lewis, K. R. Cytogenetic patterns in *Amaranthus* // *Chromosomes Today*. – New York, 1972. – P. 259–267.
- Гопцій, Т. І. *Амарант: біологія, вирощування, перспективи використання, селекція: монографія*. – Харків : ХДАУ, 1999. – 273 с.
- Bonarosa, M., Poggio, L., Greizerstein, E. Cytogenetic studies in four cultivated *Amaranthus* (*Amaranthaceae*) species. – USA: *Comp Cytogenet*, 2013. – V. 7(1). – 114 p.
- Guardianelli L. M., Salinas M. V., Puppo M. C. Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*. 2019. Vol. 97. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105242
- Sanz-Penella J. M., Laparra J. M., Sanz Y. et. al. Bread Supplemented with Amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of Phytates on In Vitro Iron Absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2012. Vol. 67 Iss. 1. P. 50–56. doi.org/10.1007/s11130-011-0269-6.
- Liu S., Chen D., Xu J. Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of food measurement and characterization*. 2019. Vol. 13, Iss. 2. P. 1440–1450. doi.org/10.1007/s11694-019-00060-4
- Iftikhar M., Khan M. Amaranth. *Bioactive Factors and Processing. Technology for Cereal Foods*. 2019. P. 217–232. doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_13.
- Guardianelli L. M., Salinas M. V., Puppo M. C. Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019. Vol. 13. P. 1078–1088.
- Гопцій, Т. І., Воронков, М. Ф., Бобро, М. А. та ін. *Амарант: селекція, генетика та перспективи вирощування: монографія*. – Харків: ХНАУ, 2018. – 362 с.
- Гудим, О. В., Гопцій, Т. І. Вплив передпосівної обробки насіння амаранту гамма-променями на частоту виникнення мітотичних порушень в кореневій меристемі рослин. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник* / НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Харків, 2016. – Вип. 109. – С. 119–124.
- Гудим, О. В. Спосіб визначення мітотичних порушень в корінцях амаранту для використання в мутаційній селекції: пат. 05276 Україна № 124674 / заявл. 29.05.2017; опубл. 24.05.2018, Бюл. № 8. – 4 с.

REFERENCES:

- Mekonnen, G., Woldeesenbet, M., Teshale, T., et al. (2018). *Amaranthus caudatus* production and nutrition contents for food security and healthy living in Menit Shasha, Menit Goldya, and Maji districts of Bench Maji Zone, South Western Ethiopia. *Nutrition & Food Science International Journal*, 7(3). doi.org/10.19080/NFSIJ.2018.07.555712

2. Tang, Y., & Tsao, R. (2017). Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, antiinflammatory, and potential health beneficial effects: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7), 1600767. doi.org/10.1002/mnfr.201600767
 3. Topwal, M. (2019). Review on amaranth: Nutraceutical and virtual plant for providing food security and nutrients. *Acta Scientific Agriculture*, 3(1), 9–15.
 4. Karamać, M., Gai, F., Longato, E., et al. (2019). Antioxidant activity and phenolic composition of *Amaranthus caudatus* during plant growth. *Antioxidants*, 8(6). doi.org/10.3390/antiox8060173
 5. Stankevich, G., Valentiuk, N., Ovsianynkova, L., & Zhygunov, D. (2021). Changes in quality of amaranth grain in the process of post-harvesting processing and storage. *Food Science and Technology*, 15(1), 80–90.
 6. Khoshoo, T. N., Pal, M., & Lewis, K. R. (1972). Cytogenetic patterns in *Amaranthus*. In *Chromosomes Today* (pp. 259–267). New York.
 7. Hoptsi, T. I. (1999). Amaranth: biologiya, vyroshchuvannya, perspektyvy vykorystannia, selektsiia: monohrafiia. [Amaranth: biology, cultivation, usage prospects, breeding: monograph]. Kharkiv: KhDAU, 273 p. [in Ukrainian].
 8. Bonarosa, M., Poggio, L., & Greizerstein, E. (2013). Cytogenetic studies in four cultivated *Amaranthus* (Amaranthaceae) species. *Comparative Cytogenetics*, 7(1), 114.
 9. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Hydration and rheological properties of amaranth-wheat flour dough: Influence of germination of amaranth seeds. *Food Hydrocolloids*, 97. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105242
 10. Sanz-Penella, J. M., Laparra, J. M., Sanz, Y., et al. (2012). Bread supplemented with amaranth (*Amaranthus cruentus*): Effect of phytates on in vitro iron absorption. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(1), 50–56. doi.org/10.1007/s11130-011-0269-6
 11. Liu, S., Chen, D., & Xu, J. (2019). Characterization of amaranth and bean flour blends and the impact on quality of gluten-free breads. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1440–1450. doi.org/10.1007/s11694-019-00060-4
 12. Iftikhar, M., & Khan, M. (2019). Amaranth: Bioactive factors and processing. In *Technology for Cereal Foods* (pp. 217–232). doi.org/10.1007/978-981-13-6167-8_13
 13. Guardianelli, L. M., Salinas, M. V., & Puppo, M. C. (2019). Chemical and thermal properties of flours from germinated amaranth seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1078–1088.
 14. Hoptsi, T. I., Voronkov, M. F., Bobro, M. A. et al. (2018). Amaranth: selektsiia, henetyka ta perspektyvy vyroshchuvannya: monohrafiia. [Amaranth: breeding, genetics, and cultivation prospects: monograph]. Kharkiv: KhNAU, 362 p. [in Ukrainian].
 15. Hudym, O. V., Hoptsi, T. I. (2016). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia amaranthu hamma-promeniama na chastotu vynykennia mitotichnykh porushen v korenevii merystemi roslyn [Effect of pre-sowing treatment of amaranth seeds with gamma rays on the frequency of mitotic disorders in root meristem of plants]. *Breeding and seed production: interdepartmental thematic scientific collection / NAAS, V.Ya. Yuriev Institute of Plant Production, Kharkiv, Issue 109*, pp.119–124. [in Ukrainian]
 16. Hudym, O.V. (2018). Sposib vyznachennia mitotichnykh porushen v korintsakh amaranthu dlia vykorystannia v mutatsiyni selektsii: pat. 05276 Ukraina № 124674 / zaiavl. 29.05.2017; opubl. 24.05.2018, Biul. № 8 – 4 s. [Method for determining mitotic disorders in amaranth roots for use in mutation breeding: patent 05276 Ukraine No. 124674 / appl. 29.05.2017; publ. 24.05.2018, Bull. No. 8 – 4 p.] [in Ukrainian].
- Гудим О.В., Гопцій Т.І., Лиманська С.В.**
Удосконалення способу визначення мітотичної активності в корінцях амаранту
- Мета.** Мета дослідження – удосконалити існуючу методику приготування препаратів для встановлення мітотичної активності у меристематичних клітинах амаранта.
- Методи.** Вихідним матеріалом для дослідження були три сорти амаранту виду *Amaranthus hypochondriacus* (Сем, Харківський 1, Студентський). Проводили обробку насіння фізичним мутагеном (гамма-випромінюванням). Джерело опромінення – ^{60}Co . Дози опромінення: 15 Гр, 30 Гр, 40 Гр, 150 Гр, 400 Гр і 700 Гр. Місце проведення обробки – ННЦ Інститут метрології (Україна, Харків). Установка – ДЕТУ 12-05-02. Контролем слугувало необроблене насіння амаранту. Для лабораторних цитогенетичних досліджень використовували 100 насінин кожного сорту, кожного варіанту опромінення. Для визначення мітотичної активності меристематичних тканин проростків амаранта використовували тимчасові давлені препарати, які готували відповідно до загальноприйнятої методики. У кожному варіанті аналізували 5000 клітин з 10 корінців. Підраховували кількість клітин в різних фазах мітозу (профаза, метафаза, анафаза, телофаза).
- Результати.** Дослідження з *A. hypochondriacus* показали, що температура 20–25 °C уповільнює утворення меристематичних клітин, в той час як температура 35 °C сприяє активізації протікання мітозу. Також було доведено, що забарвлення корінців амаранта розчином ацетокарміну шляхом підігріву викликає помутніння цитоплазми клітин, що ускладнює проведення цитологічних досліджень. Щоб одержати матеріал придатний для дослідження краще витримувати корінці амаранта в розчині ацетоарсеїну протягом 1–2 діб, що сприяє поступовому проникненню барвника в тканину.
- Висновки.** Використання для амаранта в якості барвника ацетоарсеїну та пророщування насіння в термостаті при температурі 35 °C дає змогу для кращого огляду фаз мітозу, що призводить до більш точного вивчення впливу різних доз гамма-опромінення на мітотичну активність в клітинах кореневої меристеми різних сортів амаранту.
- Ключові слова:** амарант, мітотична активність, гамма-опромінення, сорт, клітина.
- Hudym O.V., Hoptsi T.I., Lymanska S.V. Improvement of the method for determining mitotic activity in amaranth roots**
- Purpose.** The purpose of the study was to improve the existing methodology for preparing samples to determine mitotic activity in meristematic cells of amaranth.
- Methods.** The initial material for the study included three varieties of *Amaranthus hypochondriacus* (Sem, Kharkivskyi 1, Studentskyi). Seeds were treated with a physical mutagen (gamma radiation). The radiation source

was ^{60}Co . Radiation doses: 15 Gy, 30 Gy, 40 Gy, 150 Gy, 400 Gy, and 700 Gy. The treatment was carried out at the National Scientific Center "Institute of Metrology" (Kharkiv, Ukraine). Equipment used: DETU 12-05-02. Untreated amaranth seeds were used as the control. For cytogenetic laboratory research, 100 seeds of each variety were used for every radiation variant. Temporary squash preparations were used to determine the mitotic activity of meristematic tissues in amaranth seedlings, following a generally accepted methodology. In each variant, 5000 cells from 10 roots were analyzed. The number of cells in different mitotic phases (prophase, metaphase, anaphase, telophase) was counted.

Results. Studies on *A. hypochondriacus* showed that a temperature of 20–25 °C slowed the formation of

meristematic cells, whereas 35 °C stimulated mitotic activity. It was also found that staining amaranth roots with acetocarmine solution using heating caused cytoplasmic turbidity, which complicated cytological examination. In contrast, soaking the roots in acetoorcein solution for 1–2 days proved more effective, as it allowed gradual dye penetration into the tissues and provided material suitable for analysis.

Conclusions. The use of acetoorcein as a stain for amaranth and seed germination in a thermostat at 35 °C allows for better visualization of mitotic phases, leading to a more accurate assessment of the effects of different gamma radiation doses on mitotic activity in the root meristem cells of various amaranth varieties.

Key words: amaranth, mitotic activity, gamma radiation, variety, cell.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА СОЇ В УКРАЇНІ

ДІДУР І.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
директор ННІ агротехнологій та природокористування
orcid.org/0000-0002-6612-6592

Вінницький національний аграрний університет

ГОЛОВАНЮК А.Б. – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії
orcid.org/0009-0001-5130-8596

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя є головною зернобобовою культурою світового землеробства в XXI столітті та перебуває в центрі уваги світової аграрної науки і виробництва [1]. В умовах України інтерес до сої зростає в усіх ґрунтово-кліматичних зонах: розширюється соєве поле, вона повноправно включається в сівозміни основних землеробських регіонів. За обсягами виробництва сої посідає перше місце в країнах Європи, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва і формування значного експортно-ресурсного потенціалу. Як біологічний азотфіксатор, соя являється однією з найкращих попередників у сівозміні так, як стабілізує зростання виробництва зерна і зміцнює економічну спроможність господарств [2].

Окрім того, соя має унікальні агроекологічні властивості завдяки покращенню родючості ґрунтів, оскільки здатна накопичувати біологічний азот, що значно знижує потребу в додаткових мінеральних добривах для наступних культур сівозміни. Це, в свою чергу, дозволяє знижувати собівартість вирощування інших сільськогосподарських культур, що є важливим фактором для сталого розвитку галузі.

Вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного потребує вдосконалення сортових технологій завдяки використанню різного бобово-мінерального живлення із визначенням оптимальних норм висіву, інокуляції насіння та елементів біологізованого живлення [3].

Урожайність сої визначається сукупністю багатьох чинників. Для досягнення високих і стабільних результатів необхідно забезпечити рослини всіма життєвоважливими елементами в оптимальних кількостях і правильному співвідношенні. Водночас значний вплив мають погодні умови, які протягом вегетаційного періоду часто є нестабільними спостерігається підвищення середньодобових температур і нерівномірний розподіл опадів. У зв'язку з цим агровиробникам доводиться обирати оптимальну стратегію вирощування певного сорту сої, враховуючи густоту посіву, ширину міжрядь, можливості господарства та специфіку агрокліматичних умов регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя посідає важливе місце в аграрному секторі України як високоцінна білково-олійна культура з широким спектром застосування у харчовій та технічній промисловостях. Як зазначає Панцирева Г.В. вона поєднує в собі найцінніші господарсько-цінні властивості, вирізняючись високою адаптивністю до різних умов вирощування,

універсальністю використання, збалансованим амінокислотним складом білка та його функціональною активністю [5-6]. Завдяки цим перевагам і високій врожайності, соя утримує першість у світі серед однорічних зернобобових і олійних культур як за площами посіву, так і за обсягами валового збору. Крім того, Каленська С.М. вважає, що впровадження сої у сівозміну сприяє підвищенню рівня землеробської культури, покращенню родючості ґрунтів, збільшенню кількості доступних поживних речовин для інших культур і забезпеченню отримання екологічно чистої продукції [7].

За результатами досліджень В.Ф. Петриченка встановлено, що досягти максимальної ефективності у підвищенні врожайності сої можливо лише за умов використання агротехнічних прийомів, спрямованих на забезпечення оптимального середовища для росту і розвитку рослин. Це передбачає точне узгодження між основними факторами, що впливають на продуктивність, із урахуванням не лише виду культури, а й конкретних умов її вирощування – таких як тип ґрунту, гідротермічні умови регіону, система обробітку та технології догляду за посівами [3-4].

В.А. Мазур зазначає, що впровадження ефективних агротехнічних заходів дає змогу суттєво покращити раціональність використання ресурсів, забезпечити більш ефективне споживання вологи та поживних речовин, а також мінімізувати вплив стресових чинників, які можуть виникати в процесі росту та розвитку рослин [8].

Мета досліджень. Метою досліджень передбачалось вивчити сучасний стану вітчизняного виробництва сої на основі статистичних даних із узагальненням рекомендацій провідних учених. Реалізація мети сприятиме розв'язанню низки завдань щодо забезпечення рослинним білком, формуванню національних білкових і зернових ресурсів, підвищенню родючості ґрунтів і зміцненню економічного потенціалу України.

Методика та умови досліджень. У рамках програми досліджень було здійснено аналіз узагальнюючих результатів досліджень, із застосуванням методів статистики. Автори наукової статті використали матеріали власних досліджень, дані державних статистичних матеріалів, довідкові дані наукових видань. За допомогою методів порівняння та узагальнення було здійснено аналіз статистичних даних, наданих Державною службою статистики України, Міністерством сільськогосподарства США, а також матеріалів наукових публікацій. Особливу увагу приділено вивченню динаміки посівних площ, урожайності та валових зборів сої як у світі, так

і в Україні. Обробку статистичних показників проведено із використанням сучасного програмного забезпечення, що забезпечило точність та наочність отриманих результатів.

Результати досліджень. Соя є однією з найприбутковіших культур для українського аграрного сектору, виступаючи високорентабельною альтернативою традиційним олійним і технічним культурам. Саме завдяки своїй економічній привабливості та універсальності у використанні, ця культура з початку 2000-х років почала активно набирати популярність серед вітчизняних агровиробників. Протягом останніх десятиліть соя впевнено закріпилася серед провідних сільськогосподарських культур України, демонструючи стабільну динаміку зростання як за площею посівів, так і за обсягами виробництва. Особливо показовим є поступове збільшення її частки у структурі посівних площ [9-10]. Якщо у 2020 році ця частка становила лише 2,2%, то вже у 2024 році вона зросла до 9,4% (рис. 1).

Станом на сьогодні площі, відведені під посіви сої в Україні, перевищують 1,8 млн гектарів. Така тенденція свідчить не лише про високу зацікавленість аграріїв у вирощуванні цієї культури, а й про стратегічну важливість сої у формуванні сучасної аграрної політики та розвитку експортного потенціалу країни.

У 2024 році беззаперечними лідерами за посівними площами під соєю в Україні були Полтавська (215 тис. га), Хмельницька (212 тис. га), Житомирська (150 тис. га), Вінницька (143 тис. га) і Київська (140 тис. га) області, що сукупно становило 46,4% площ посівів під цією культурою в Україні (табл. 1).

У порівнянні із попереднім 2023 роком збільшення площ було на рівні 21–62%.

Відомо, що соя в Україні має тенденцію до постійного зростання рівня середньої врожайності (рис. 2). Відтак, у структурі вітчизняного виробництва упродовж 2015–2024 років площі посівів сої значно зросли, а рівень врожайності збільшився до 2,60 т/га.

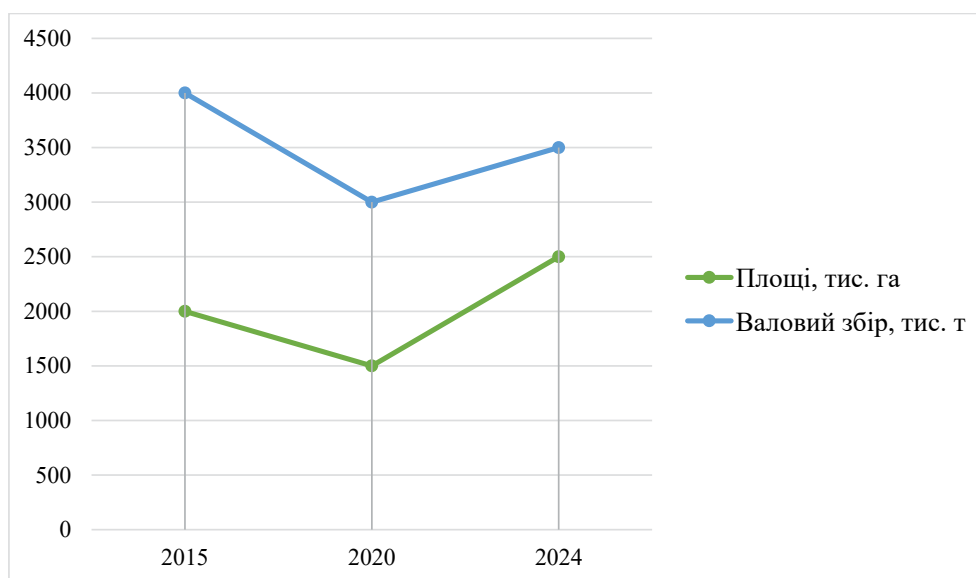
Таблиця 1

Вирощування сої у розрізі областей України, тис. га

Область	Посіви, тис. га
Полтавська	215
Хмельницька	212
Житомирська	150
Вінницька	143
Київська	140

Рекордну врожайність насіння сої – 2,6 т/га було отримано у 2024 р, у порівнянні з 2015 р. вона зросла на 27%, за оцінкою вітчизняних науковців, має значний потенціал для подальшого підвищення. Це можливо за впровадження удосконалення технологічних прийомів вирощування за рахунок підбору адаптованих сортів, інноваційних розробок, зокрема покращення бобово-ризобіального живлення та удосконаленню агротехніки вирощування.

Висновки. Удосконалення технологічних прийомів вирощування сої для підвищення її насінневої продуктивності має велике агроекологічне та продовольче значення. Проведений аналіз статистичних даних Державної служби статистики України надав можливість дослідити динаміку посівних площ сої, її урожайності та валового збору насіння в Україні. Відтак, за тривалий період було встановлено, що Україна у світовому виробництві насіння посідає провідне місце. Визначено регіони України з максимальною посівною площею сої, урожайністю та валовим збором її насіння. В Україні у 2024 р. найбільші посівні площі під соєю були в Полтавській (215 тис. га), Хмельницькій (212 тис. га), Житомирській (150 тис. га), Вінницькій (143 тис. га) та Київській (140 тис. га) областях, що сукупно становило майже 50% площ посівів під цією культурою в Україні. У 2024 р. врожайність насіння сої сягнула 2,6 т/га із зростанням на 27% у порівнянні із 2015 р.

**Рис. 1. Дослідження динаміки виробництва сої в Україні (2015–2024 рр.)**

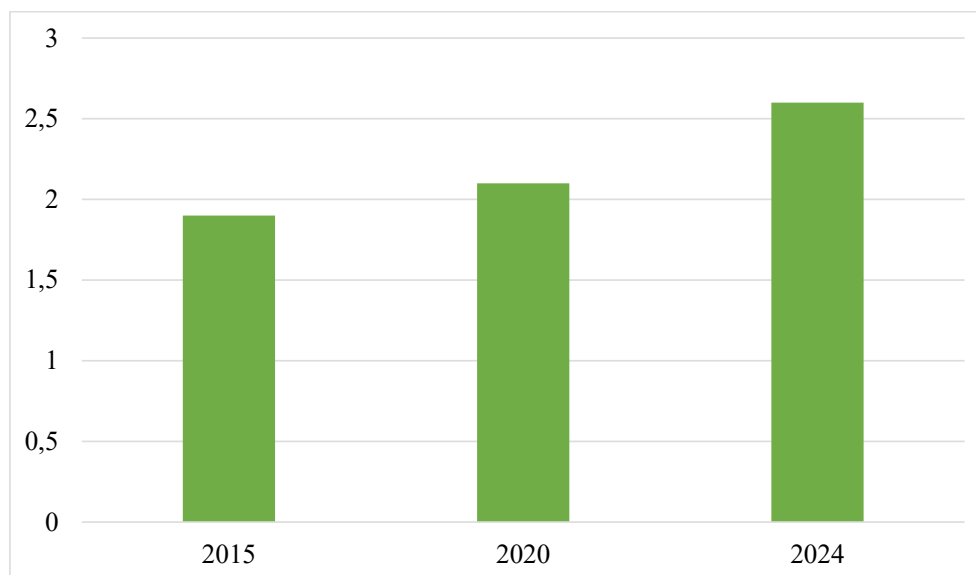


Рис. 2. Середня врожайність насіння сої в Україні, т/га (2015–2024 рр.)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10, No 5. P. 177–182. DOI: 10.15421/2020_206
- Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 16. С. 48–60.
- Petrychenko V., Korniychuk O., Lykhochvor V., Kobak S., Pantsyrev O. Study of Sowing Quality of Soybean Seeds Depending on Pre-Sowing Treatment of Seed and Microfertilizers. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25(7). P. 332–339. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/188932>.
- Petrychenko V., Kobak S., Kolisnyk S., Chorna V., Korniychuk O., Pantsyrev O. Agroecological Assessment of Soybean Varieties under the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25(9). P. 60–69.
- Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природних процесів ґрунтово-імобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.15>
- Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2020. Вип. № 5 (87). С. 1–9.
- Каленська С. М., Новицька Н. В. Ефективність нанопрепаратів у технології вирощування сої. *Plant and Soil Science*. 2020. Вип. 11(3). С. 7–21. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007>
- Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 4 (23). С. 96–111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8
- Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. Вип. 18. С. 5–17.
- Гамаюнова В.В., Нагорна В., Панфілова А.В. Вплив біодеструктору стерні на поживний режим ґрунту. *Збірник наукових праць Вінницького НАУ. Серія: сільськогосподарські науки*. 2012. Вип. 6 (68). С. 17–22.

REFERENCES:

- Didur I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pantsyreva H., Telekalo N., Tkachuk O. (2020). Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. Vol. 10, No 5. P. 177–182. DOI: 10.15421/2020_206
- Didur, I.M., Shevchuk, V.V. (2020). Pidvyshchennia rodiuchosti gruntu v rezultati nakopychennia biolohichnoho azotu bobovymy kulturamy [Increasing soil fertility as a result of the accumulation of biological nitrogen by leguminous crops], Vinnytsia. Agriculture and forestry. No 16. С. 48–60 [in Ukrainian]
- Petrychenko V., Korniychuk O., Lykhochvor V., Kobak S., Pantsyrev O. (2024). Study of Sowing Quality of Soybean Seeds Depending on Pre-Sowing Treatment of Seed and Microfertilizers. *Journal of Ecological Engineering*. 25(7). P. 332–339. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/188932>. [in Poland]
- Petrychenko V., Kobak S., Kolisnyk S., Chorna V., Korniychuk O., Pantsyrev O. (2024). Agroecological Assessment of Soybean Varieties under the Conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 25(9), P. 60–69. [in Poland]
- Pantsyreva H.V., Kovalchuk V.M. (2024). Doslidzhennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia soi na osnovi mobilizatsiinykh ahropidkhodiv za pryrodnykh

- protsesiv gruntovo-immobilizatsiinoho kharakteru [Study of the elements of soybean cultivation technology based on mobilization agro-approaches under natural soil-immobilization processes]. *Ahrarni innovatsii*. № 24. S. 107–112. DOI: <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2024.24.15> [in Ukrainian].
6. Patsyureva H.V. (2020). Vplyv tekhnologichnykh pryomiv vyroshchuvannya na zernovu produktyvnist zernobobovykh kultur v umovakh pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy. [Influence of technological methods of cultivation on grain productivity of leguminous crops in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine] *Naukovi dopovidi NUBIP Ukrainy: zhurnal*. Kyiv. [in Ukrainian].
 7. Kalenska S. & Novytska N. (2020). Efektyvnist nano-preparativ u tekhnologii vyroshchuvannya soi [Efficiency of nano preparations in soybean growing technology]. *Plant and Soil Science*, 11(3), 7–21. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.007> [in Ukrainian].
 8. Mazur V.A., Tkachuk O.P., Didur I.M., Patsyureva H.V. (2021). Tekhnologichnist ta ahroekologichna stiikist skorostyhykh sortiv soi [Technology and agroecological sustainability of precocious soybean varieties]. *Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo*. № 4 (23). S. 96–111 [in Ukrainian].
 9. Mazur V.A., Didur I.M., Patsyureva H.V. (2020). Obgruntuvannya adaptivnoi sortovoi tekhnologii vyroshchuvannya zernobobovykh kultur v pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU*. [Justification of adaptive varietal technology for growing leguminous crops in the right-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo: zhurnal*. No 18. P. 5–17 [in Ukrainian].
 10. Hamayunova, V.V., Nahorna, O.V., & Panfilova, A.V. (2012). Vplyv biodestruktoru sterna na pozhyvnyi rezhym ґрунту [The influence of the stubble biodestroyer on the nutrient regime of the soil]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho NAU. Seriya: silskohospodarski nauky* – Collection of scientific works of Vinnytsia National University of Science and Technology. Series: agricultural sciences, 6 (68), 17–22 [in Ukrainian].

Дідур І.М., Голованюк А.Б. Стан та перспективи виробництва сої в Україні

Дослідження присвячене актуальній проблемі, а саме дослідженню стану виробництва сої в Україні із наведеними рекомендаціями щодо перспектив збільшення посів та валових зборів насінневої продукції на світовому ринку. Метою досліджень передбачалось вивчити сучасний стан вітчизняного виробництва сої на основі статистичних даних із узагальненням рекомендацій провідних учених. Реалізація мети сприятиме розв'язанню низки завдань щодо забезпечення рослинним білком, формуванню національних білкових і зернових ресурсів, підвищенню родючості ґрунтів і зміцненню економічного потенціалу України. Встановлено, що в умовах України інтерес до сої зростає в усіх ґрунтово-кліматичних зонах: розширюється соєве поле, вона повноправно включається в сівозміни основних землеробських регіонів – Полтавської, Хмельницької, Житомирської, Вінницької та Київської областей. В Україні у 2024 р. найбільші посівні площі під соєю були в Полтавській (215 тис. га), Хмельницькій (212 тис. га),

Житомирській (150 тис. га), Вінницькій (143 тис. га) та Київській (140 тис. га) областях, що сукупно становило майже 50% площ посівів під цією культурою в Україні. З'ясовано, що за обсягами виробництва соя посідає перше місце в країнах Європи, восьме – у світі, має найкращі перспективи для нарощування виробництва і формування значного експортно-ресурсного потенціалу. Проведено аналіз статистичних даних Державної служби статистики України надав можливість дослідити динаміку посівних площ сої, її урожайності та валового збору насіння в Україні. Відтак, у структурі вітчизняного виробництва упродовж 2015–2024 років площі посівів сої значно зросли, а рівень врожайності збільшився до 2,60 т/га. Посівні площі під культурою сої в Україні, перевищують 1,8 млн гектарів. Визначено позитивну тенденцію, яке є свідченням не лише високої зацікавленості аграріїв у вирощуванні даної культури, а й про стратегічну важливість сої у формуванні сучасної аграрної політики та розвитку експортного потенціалу країни.

Ключові слова: соя, азотфіксація, соєвий регіон, обсяги виробництва, урожайність, посівні площі.

Didur I.M., Holovanyuk A.B. Status and prospects of soybean production in Ukraine

The study is devoted to a topical problem, namely, the study of the state of soybean production in Ukraine with the recommendations given on the prospects for increasing sowing and gross harvests of seed products on the world market. The purpose of the research was to study the current state of domestic soybean production based on statistical data with a generalization of the recommendations of leading scientists. The implementation of the goal will contribute to solving a number of tasks related to providing vegetable protein, forming national protein and grain resources, increasing soil fertility and strengthening the economic potential of Ukraine. It has been established that in the conditions of Ukraine, interest in soybean is growing in all soil and climatic zones: the soybean field is expanding, it is fully included in the crop rotations of the main agricultural regions – Poltava, Khmelnytskyi, Zhytomyr, Vinnytsia and Kyiv regions. In Ukraine, in 2024, the largest sown areas under soybeans were in Poltava (215 thousand ha), Khmelnytskyi (212 thousand ha), Zhytomyr (150 thousand ha), Vinnytsia (143 thousand ha) and Kyiv (140 thousand ha) regions, which together accounted for almost 50% of the sown areas under this crop in Ukraine. It was found that in terms of production volumes, soybeans occupy first place in European countries, eighth in the world, and have the best prospects for increasing production and forming a significant export and resource potential. An analysis of statistical data from the State Statistics Service of Ukraine provided an opportunity to study the dynamics of soybean sown areas, its yield and gross seed harvest in Ukraine. Thus, in the structure of domestic production during 2015–2024, soybean sown areas increased significantly, and the yield level increased to 2.60 t/ha. Soybean acreage in Ukraine exceeds 1.8 million hectares. A positive trend has been identified, which is evidence not only of the high interest of farmers in growing this crop, but also of the strategic importance of soybeans in shaping modern agrarian policy and developing the country's export potential.

Key words: soybean, nitrogen fixation, soybean region, production volumes, yield, sown areas.

УДК [633.34:633.34]:631.526.3:631.559:631.529
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.28>

ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТОВОГО СКЛАДУ ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ

ДІЯНОВА А.О. – аспірант
orcid.org/0000-0003-2635-3659
Полтавський державний аграрний університет
КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0394-5846
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill.) має високий потенціал урожайності та значний загальний показник вмісту білка та олії в насінні [1, 2]. На сьогодні, як в Україні, Європі, так і у світі попит на ринку сої дуже великий. Лідерами з виробництва сої є США, Бразилія, Аргентина [3]. Світове виробництво сої становить близько 352 млн. тон. В Україні, площа посівів у 2024 році становила 2032,3 тис. га. Для підтримання високого рівня виробництва сої в нашій країні необхідно використовувати високоврожайні сорти з комплексом цінних господарських ознак та високою якістю насіння. Ще у 2015 році, близько 60 % всіх посівних площ сої було зосереджено в Лісостеповій зоні України (більша частина «соевого поясу»). На Поліссі – лише 24 %. В Степу – 16 % посівних площ [4]. В останні роки (2015–2025 рр.), зміни клімату в бік потепління, сприяли поширенню сої у зону Полісся, де рівень врожайності сягає 4,5–5,0 т/га [5–6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вчені стверджують, що основними факторами, які визначають урожайність сої є генетичні особливості сорту, агрометеорологічні умови та окремі елементи технології вирощування культури [7–8]. Генетичний потенціал сорту може у повній мірі проявити себе у сприятливих умовах року. Несприятливі умови навколишнього середовища, особливо в зоні лівобережного Лісостепу України, можуть безперечно вплинути на розвиток рослин та врожайність культури. Сьогодні, створено сучасне покоління високоврожайних сортів сої (нажаль, поки що, значна їх частина – зарубіжні сорти). Потенціал врожайності таких сортів становить 4,5–5,0 т/га. Вони відрізняються посухо- та холодостійкістю, стійкістю до шкідливих організмів. Мають покращені показники якості насіння: вміст білку – понад 40 %, жиру – понад 20 %. Водночас, сорти повинні, в першу чергу, бути адаптованими до умов вирощування та забезпечувати стабільні та високі врожаї, особливо за мінливих погодних умов [9]. При цьому обов'язковим є дотримання комплексу елементів сортової технології за вирощування сої, що дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал кожного сорту [10–13], який напряду залежить від цінних господарсько-корисних макроознак [14–16]. А вони, в свою чергу, є головними при поліпшенні сучасних моделей сорту [17–19]. Нині вивчення урожайності сортів – досить актуальне та своєчасне питання, особливо на фоні змін клімату [20–24]. В Україні, відбувається досить швидкий процес сортозміни на основі використання українських

сортів, що в більшості випадків є конкурентними порівняно із зарубіжними [25–28].

Таким чином, вивчення сортів сої за врожайністю, з урахуванням їх реакції на погодні умови років дослідження, дозволить товаровиробникам обрати найбільш кращі сорти цієї культури.

Мета дослідження – визначити вплив сортового складу сої та умов її вирощування на формування урожайності насіння.

Матеріали та методи. Польові дослідження проводили в 2022–2024 років у селекційно-насінницькій сівозміні (ФГ «Грига», с. Василівка, Полтавський район, Полтавська область). Ґрунт – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима. Об'єкт досліджень – сорти сої полтавської селекції та 2 сорти зарубіжної селекції. Сорти полтавської селекції найбільш пристосовані до умов Полтавщини. Створені вони в мінливих кліматичних умовах (на межі Степу та Лісостепу, різних типах ґрунтів з показниками рН від 5,2 до 6,5 та недостатньою кількістю опадів). Досліджували сорти із високим рівнем врожайності. Вони визначені як носії важливих складових елементів продуктивності (кількісні показники). Це українські сорти: Антрацит, Адамос, Александрит, Авантюрин, Аквамарин. Сівбу проводили у першій декаді травня. Ширина міжрядь – 45 см, відстань між рослинами у рядку – 10 см. Протягом вегетації здійснювали фенологічні спостереження, аналіз елементів структури врожаю за «Широким уніфікованим класифікатором роду *Glycine max*.» [29] та Методикою «Проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур» [30, 31]. Математичну обробку експериментальних даних проводили на основі дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів, за кількісними показниками та врожайністю насіння сортів сої [32].

У Полтавській області в останні роки часто мають місце посухи впродовж вегетаційного періоду (рис. 1). Так, у 2017 році відмічено мінімальну суму опадів на рівні 121,1 мм при середньобогаторічній – 268 мм. У 2024 році відмічена сильна посуха. В цей рік за вегетаційний період сої випало лише 102 мм опадів. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), у середньому за роки досліджень, становив 1,1. У оптимальному 2022 році, ГТК був на рівні 1,0, у сприятливому 2023 році, він становив 1,2; у посушливому 2024 році – лише 0,8.

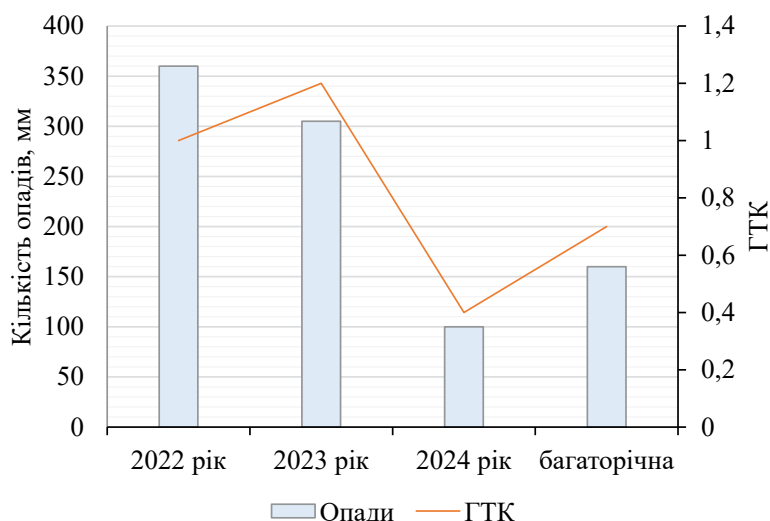


Рис. 1. Динаміка опадів за вегетаційний період сої (квітень–серпень) на фоні середньобагаторічних та ГТК в Полтавській області, 2022–2024 рр. (за даними Полтавського ГМЦ)

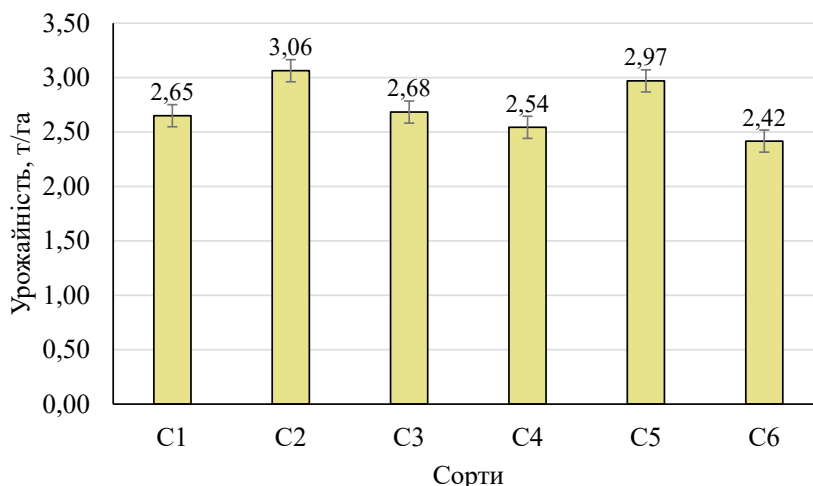


Рис. 2. Урожайність насіння сортів сої, середнє за 2022–2024 рр.

Примітка: C1 – сорт Александрит, C2 – сорт Адамос, C3 – сорт Антрацит, C4 – сорт Акварин, C5 – сорт Ментор, C6 – сорт Галек. HIP_{05} 0,17 т/га.

У 2023 році були доволі сприятливі погодні умови для вегетації сої. Середньомісячна температура повітря в травні становила 15,4 °С. Висока середньомісячна температура повітря була з червня по серпень. Вересень був прохолодним. Розподіл опадів був оптимально сприятливим. Так, в травні випало 54,7 мм опадів, в червні та липні – відповідно 35,5 й 54,9 мм. У серпні випало 69,9 мм опадів, що більше ніж на 20,0 мм, ніж середньобагаторічний показник. Найбільша кількість опадів випала у вересні – 96,6 мм (у 2022 р. – у вересні було 101,3 мм) – це більше двох норм середньо-багаторічного показника.

В умовах посушливого 2024 року, травень і червень місяці були жаркими. Липень побив усі рекорди за температурним чинником, він відрізнявся значним підвищенням температури повітря (25,9 °С) – на 5,8 °С

вище середньо багаторічної. В цілому 2024 рік був дуже посушливим, особливо в період вегетації рослин сої. Крім червня місяця, опади фактично були відсутні. У травні їх кількість становила 13,6 мм, у липні – 2,0 мм, у серпні – 1,0 мм, на противагу середньо багаторічних показників для серпня 46,0 мм.

Результати та обговорення. Полтавські сорти сої відрізняються високою посухостійкістю, стійкістю проти коливання температур протягом доби та фотоперіодичною нейтральністю. Вони формували стабільно високу врожайність насіння високої якості та характеризувалися високою стійкістю до розтріскування бобів та вилягання рослин. За результатами досліджень визначено мінливість врожайності насіння сої за сортовим складом та залежно від умов вегетації культури. В середньому за роки цей показник варіював у межах 2,54–3,06 т/га (рис. 2).

В розрізі років дослідження, найбільша врожайність сортів сої формувалася в умовах 2022–2023 років. Найменшим цей показник був в умовах посушливого 2024 року (табл. 1).

Урожайність насіння сої в умовах 2022 року змінювалася в межах від 2,50 до 2,93 т/га з найбільшим значенням у сорту Адамос (2,93 т/га). В цих умовах на порівняно високому рівні врожайності була також у зарубіжного сорту Ментор (2,73 т/га) та українського сорту Антрацит (2,65 т/га). Найнижчу врожайність формував сорт Галек (2,50 т/га).

В умовах 2023 вегетаційного року варіювання врожайності насіння сої за сортами було від 2,70 до 3,43 т/га, найбільша врожайність відмічена у сортів Адамос і Ментор (на рівні 3,43 т/га).

Для умов 2024 року встановлено мінливість врожайності насіння сортів сої від 2,05 до 2,83 т/га. Найбільше значення за даним показником виявлено у сорту Адамос (2,83 т/га). Істотно нижчий, але на високому рівні, порівняно з іншими сортами, цей показник був у сорту Ментор (2,75 т/га), а найнижчим – у сорту Галек (2,05 т/га).

Дані залежності чітко прослідковуються на графіку та описуються рівнянням: $z = 15,985 - 0,083 \cdot x - 0,0452 \cdot y$ (рис. 3).

Аналіз даних графіку показує, що найбільшу урожайність сорти сої забезпечили в умовах 2023 року (від 2,70 до 3,43 т/га), з середнім значенням 2,99 т/га. В умовах 2022 року визначено суттєве зниження цього показника з рівнем варіювання від 2,50 до 2,93 т/га, за середнього значення по сортам 2,67 т/га. Найменшу

Таблиця 1

Урожайність сортів сої, 2022–2024 рр.

Сорт (фактор Б)	Рік (фактор А)			Середнє
	2022	2023	2024	
Александрит	2,60	2,80	2,55	2,65
Адамос	2,93	3,43	2,83	3,06
Антрацит	2,65	2,90	2,50	2,68
Аквамарин	2,60	2,70	2,33	2,54
Ментор	2,73	3,43	2,75	2,97
Галек	2,50	2,70	2,05	2,42
Середнє	2,67	2,99	2,50	2,72
HIP ₀₅ (фактор А, рік)	-	-	-	5,28
HIP ₀₅ (фактор Б, сорт)	0,13	0,15	0,19	-

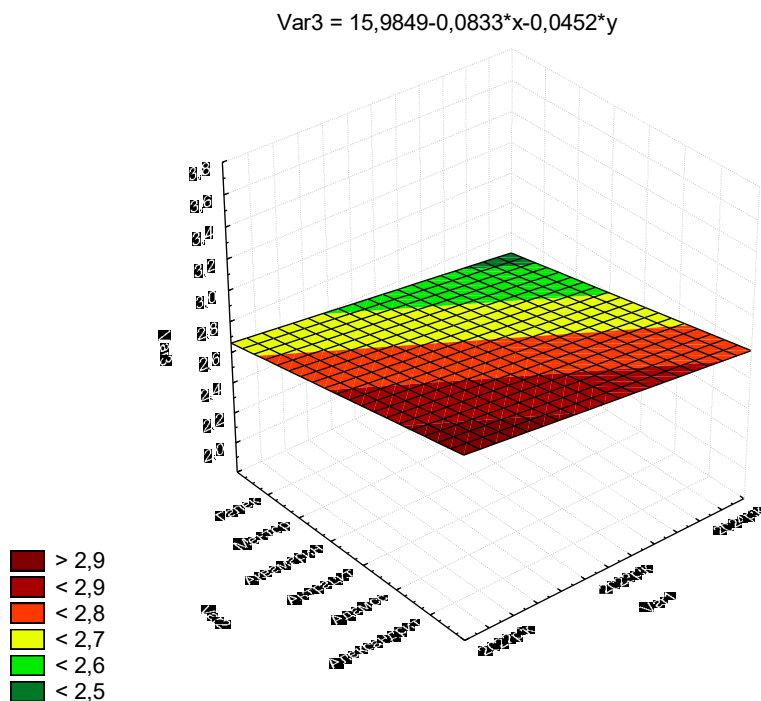


Рис. 3. Багатомірний графік залежності урожайності насіння сої від сортового складу та року, 2022–2024 рр.

урожайність насіння, порівняно з іншими роками, формували сорти сої в умовах 2024 року – від 2,05 до 2,83 т/га, а середнє значення цього показника по досліді сягало 2,50 т/га.

Висновки. Встановлено, що з-поміж сортів, поставлених на вивчення, найбільш урожайним був сорт сої української селекції – Адамос, який у середньому за роки досліджень формував урожайність насіння на рівні 3,06 т/га, а також сорт французької селекції – Ментор, у якого за роки досліджень урожайність в середньому була 2,97 т/га. Виявлено, що сприятливі умови періоду вегетації сої за ГТК істотно впливають на показники урожайності, а в посушливі роки вони значно знижуються.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у встановленні впливу елементів технології вирощування на врожайність та якість насіння сої виокремлених сортів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 2022. 220 с. <http://repository.vsau.org/getfile.php/32347.pdf>
- Соя: монографія / В. Ф. Петриченко, В. В. Лихочвор, С. В. Іванюк та ін. Вінниця : Діло, 2016. 392 с.
- Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph / E. M. Ogurtsov, V. G. Mikheev, U. V. Belinsky, I. V. Klimenko. Kharkiv: KhNAU, Machulin, 2016, 272 p.
- Коробка А. А. Динаміка виробництва сої в Україні та світі. *Збалансоване природокористування*. 2021. № 4. С. 125–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098>
- Адаменко Т. Зміна клімату та рослинництво. *Агроном*. 2019. № 2. С. 14–21.
- Наслідки зміни клімату. Україна. Національна метеорологічна служба Великої Британії. Посольство Великої Британії в Україні. URL: <http://ukinukraine.fco.gov.uk/uk/news/?view=News&id=563954982> (дата звернення: 6.04.2025).
- Вожегова Р. А., Боровик В. О., Марченко Т. Ю., Рубцов Д. К. Вплив густоти рослин і доз добрив на фотосинтетичну діяльність і урожайність сої середньостиглого сорту Святогор в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 2020. Вип. 4. С. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09>
- Цехмейструк М. Г., Шеляків В. О., Шевніков М. Я., Литвиненко О. С. Вплив строків сівби на урожайність сортів сої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05>
- Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Шаповал О. С., Панченко С. С. Сучасний стан та перспективинасінництва сої в Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної науки*. 2020. № 4. С. 45–52. doi: [10.31210/visnyk2020.04.05](https://doi.org/10.31210/visnyk2020.04.05)
- Міленко О. Г., Антоненко М. О., Копань Д. В., Добровольський С. О., Лукіна А. Р. Урожайність скоростиглих сортів сої залежно від норми висіву насіння. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 103–111. doi: [10.31210/visnyk2021.04.13](https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.13)
- Дудка А. А., Романько Ю. О. Сортові особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник. Сер. «Сільськогосподарські науки»*. Херсон, 2022. № 128. С. 77–83. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11>
- Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизева Л. Н., Посилаєва О. О., Чернишенко П. В. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія. Харків : Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2016. 400 с.
- Щербина О. З., Ткачик С. О., Тимошенко О. О., Шостак Н. О. Оцінка сортів сої культурної (*Glycine max* (L.) Merrill) за стабільну прояву господарсько-цінних ознак. *Plant Varieties Studying and protection*, 2020. Т. 16. № 1. С. 90–96. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201331>
- Agashe Nehatai Wamanrao, Vinod Kumar and Dronkumar Meshram. Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and its Growth Components in Soybean (*Glycine max* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2020. Vol. 9(3). P. 2445–2451. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.28>
- Зінченко О. С., Ведмедева К. В., Якубенко О. В. Пластичність, стабільність та мінливість сортів сої за господарсько-цінними ознаками у екологічному сортовипробуванні. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2018. № 25. С. 50–60. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1193696.pdf>
- Іванів М. О., Возняк В. В. Біометричні показники та урожайність сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 130. С. 68–76. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.11>
- Білявська Л. Г., Присяжнюк О. І. Модель ранньостиглого сорту сої. Новітні агротехнології (електронний наук. журнал). Київ: ІБКІЦБ НААН, 2018. № 6. С. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.21498/na.6.2018.165365>
- Biliavska L. H., Diyanova A. A. Model of very early-ripening soybean varieties under climate change for the Steppe and Forest-steppe zones of Ukraine. *International scientific journal Grail of science* № 4 May, 2021 with the proceedings of the: I Correspondence international scientific and practical conference: Globalization of scientific knowledge: International cooperation and integration of sciences. Held on May 7th, 2021 by. P. 160–165. DOI [10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029](https://doi.org/10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029)
- Belyavskaya Ludmila, Belyavskiy Yurii, Kulyk Maksym, Taranenko Anna, Didovich Svetlana (2022). Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 109, No. 3 : 203–210. DOI [10.13080/z-a.2022.109.026](https://doi.org/10.13080/z-a.2022.109.026)
- Лі Жуйцзе, Дудка А.А. Сортові особливості формування продуктивності сої за застосування регуляторів росту з антистресовою дією в умовах лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С. 88–95. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.11>
- Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діанова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу

- України. *Вісник ПДАА*. 2021. 1. С. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16>
22. Костюкевич Т. К., Толмачова А. В., Колосовська В. В., & Барсукова О. А. Агроекологічна оцінка продуктивності сої в Західному Лісостепу України в умовах зміни клімату. *Науково-практичний журнал. Екологічні науки*. 2021. 2 (35). С. 99–103. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.17.18>.
 23. Мазур О. В. Адаптивна цінність сортів сої за різних умов вирощування. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 4 (27). С. 74–92. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-7>
 24. Ревтєв О. Я.; Золін О. О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 113. С. 105–112. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.113.15>
 25. Качук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньо-пізньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1. С. 5–15. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-1
 26. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109, Ч. 1. С. 76–83. doi: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.12
 27. Івасик М. В. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 19–24. DOI: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3>
 28. Стоцька С. В., Коткова Т. М., Клименко Т. В., Панчишин В. З. Формування продуктивності нових сортів сої в умовах Лісостепу. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 132–138. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.17>
 29. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. Complete unified classifier *Glycine max* (L.) Merr./ Л. Н. Кобизєва, В. К. Рябчун, О. М. Безугла, Л. Г. Білявська та ін. Широкий уніфікований класифікатор роду *Glycine max* (L.) Merr. Харків, „Магда LTD”. 2004. 37 с.
 30. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур / за ред. В. В. Волкодава. Київ. 2003. Вип.2. С. 218–239.
 31. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до розширення в Україні. Загальна частина / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., випр. я доп. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2016. 120 с.
 32. Статистичний аналіз агрономічних досліджень даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки / уклад.: Е. Р. Ермантраут, О. І. Присяжнюк, І. Л. Шевченко. Полтава: Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.
 3. Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: monograph [Soybean: monograph] / E. M. Ogurtsov, V. G. Mikheev, U. V. Belinsky, I. V. Klimenko. Kharkiv: KhNAU, Machulin, 2016, 272 p. [In Ukrainian].
 4. Korobka A. A. (2021) Dynamika vyrobnytstva soi v Ukraini ta sviti [Dynamics of Soybean Production in Ukraine and the World]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia*. No 4, s. 125–134. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098> [In Ukrainian].
 5. Adamenko T. (2019) Zmina klimatu ta roslynnytstvo [Climate change and crop production]. *Ahronom*. No 2, s. 14–21. [In Ukrainian].
 6. Naslidky zminy klimatu. Ukraina. Natsionalna meteorologichna sluzhba Velykoi Brytanii. Posolstvo Velykoi Brytanii v Ukraini [Consequences of climate change. Ukraine. National Meteorological Service of the United Kingdom. British Embassy in Ukraine]. URL: <http://ukinukraine.fco.gov.uk/uk/news/?view=News&id=563954982> (data zvernennia: 6.04.2025). [In Ukrainian].
 7. Vozhehova R. A., Borovyk V. O., Marchenko T. Yu., Rubtsov D. K. (2020) Vplyv hustoty roslyn i doz dobryv na fotosyntetichnu diialnist i urozhainist soi serednostyhloho sortu Sviatohor v umovakh zroshennia [The influence of plant density and fertilizer doses on photosynthetic activity and yield of mid-ripening soybean variety Svyatogor under irrigation conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, vyp. 4, s. 62–68. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-09> [In Ukrainian].
 8. Tsekheistruk M. H., Sheliakiv V. O., Shevnikov M. Ya., Lytvynenko O. S. (2018) Vplyv strokiv sivy na urozhainist sortiv soi [The influence of sowing dates on the yield of soybean varieties]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, No 1, s. 35–41. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.05> [In Ukrainian].
 9. Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V., Shapoval O. S., Panchenko S. S. (2020) Suchasnyi stan ta perspektyvy nasinnystva soi v Lisostepu Ukrainy [Current status and prospects of soybean seed production in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, No 4, s. 45–52. doi: 10.31210/visnyk2020.04.05 [In Ukrainian].
 10. Milenko O. H., Antonets M. O., Kopan D. V., Dobrovolskyi S. O., Lukina A. R. (2021) Urozhainist skorostyhykh sortiv soi zalezno vid normy vysivu nasinnia [Yield of early-maturing soybean varieties depending on seed sowing rate]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, No 4, s. 103–111. doi: 10.31210/visnyk2021.04.13 [In Ukrainian].
 11. Dudka A. A., Romanko Yu. O. (2022) Sortovi osoblyvosti formuvannia produktyvnosti soi zalezno vid systemy udobrennia v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Varietal features of soybean productivity formation depending on the fertilization system in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine.]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk*. Ser. «Silskohospodarski nauky». Kherson, No 128, s. 77–83. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.11> [In Ukrainian].
 12. Kyrychenko V. V., Riabukha S. S., Kobyzieva L. N., Posylaieva O. O., Chernyshenko P. V. (2016) Soia (*Glycine max* (L.) Merr.): monohrafiia [Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.): monograph]. Kharkiv : Instytut roslynnytstva im. V.Ia. Yurieva NAAN, 400 s. [In Ukrainian].

REFERENCES:

1. Mazur V. A., Tkachuk O. P., Pantsyryeva H. V., Kupchuk I. M. (2022) Soia v intensyvnomu zemlerobstvi [Soybeans in intensive farming]. Vinnytsia : «Nilan-LTD», 220 s. <http://repository.vsau.org/getfile.php/32347.pdf> [In Ukrainian].
2. Soia: monohrafiia (2016) [Soybean: monograph] / V. F. Petrychenko, V. V. Lykhochvor, S. V. Ivaniuk ta in. Vinnytsia : Dilo, 392 s. [In Ukrainian].

13. Shcherbyna O. Z., Tkachyk S. O., Tymoshenko O. O., Shostak N. O. (2020) Otsinka sortiv soi kulturnoi (Glycine max (L.) Merrill) za stabilnu proiavu hospodarsko-tsinykh oznak [Evaluation of cultivated soybean varieties (Glycine max (L.) Merrill) for stable manifestation of economically valuable traits]. *Plant Varieties Studying and protection*, T. 16, No 1, s. 90–96. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201331> [In Ukrainian].
14. Agashe Nehatai Wamanrao, Vinod Kumar and Dronkumar Meshram. (2020) Correlation and Path Coefficient Analysis of Grain Yield and its Growth Components in Soybean (Glycine max. L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, vol. 9(3), p. 2445–2451. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.28>
15. Zinchenko O. S., Vedmedieva K. V., Yakubenko O. V. (2018) Plastychnist, stabilnist ta minlyvist sortiv soi za hospodarsko-tsinnymy oznakamy u ekolohichnomu sortovyprobuvanni [Plasticity, stability and variability of soybean varieties according to economically valuable traits in ecological variety testing.]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN*, No 25, s. 50–60. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewBy-FileId/1193696.pdf> [In Ukrainian].
16. Ivaniv M. O., Vozniak V. V. (2023) Biometrychni pokaznyky ta urozhaunist sortiv soi riznykh hrup styhlosti zalezho vid elementiv tekhnolohii [Biometric indicators and yield of soybean varieties of different maturity groups depending on technology elements]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, No 130, s. 68–76. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.130.11>
17. Biliavska L. H., Prysiashniuk O. I. (2018) Model rannostyhloho sortu soi. Novitni ahrotekhnolohii [Model of early ripening soybean variety. Latest agricultural technologies] (elektronnyi nauk. zhurnal). Kyiv: IBKiTsB NAAN, No 6, s. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.21498/na.6.2018.165365> [In Ukrainian].
18. Biliavska L. H., Diyanova A. A. (2021) Model of very early-ripening soybean varieties under climate change for the Steppe and Forest-steppe zones of Ukraine. *International scientific journal Grail of science* N 4 May, 2021 with the proceedings of the: I Sorrespondence international scientific and practical conference: Globalization of scientific knowledge: International cooperation and integration of sciences. Held on May 7th, 2021 by. P. 160–165. DOI 10.36074/grail-of-science.07.05.2021.029. [In Ukrainian].
19. Belyavskaya Ludmila, Belyavskiy Yuriy, Kulyk Maksym, Taranenko Anna, Didovich Svetlana (2022). Soybean growing under inoculation by Bradyrhizobium japonicum strains in the Forest-steppe and Steppe zones of Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*, Vol. 109, No. 3, s. 203–210. DOI 10.13080/z-a.2022.109
20. Li Zhuitsze, Dudka A.A. (2024) Sortovi osoblyvosti formuvannia produktyvnosti soi za zastosuvannia rehulatoriv rostu z antystresovoiu diieiu v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Varietal features of soybean productivity formation with the use of growth regulators with anti-stress effect in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, No 138, s. 88–95. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.11> [In Ukrainian].
21. Biliavska L. H., Biliavskiy Yu. V., Diianova A. O., Myrnyi M. V. (2021) Sorty soi dla Stepu ta Lisostepu Ukrainy [Soybean varieties for the Steppe and Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk PDAA*, No 1, s. 135–140. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.16> [In Ukrainian].
22. Kostiukievych T. K., Tolmachova A. V., Kolosovska V. V., & Barsukova O. A. (2021) Ahroekolohichna otsinka produktyvnosti soi v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy v umovakh zminy klimatu [Agroecological assessment of soybean productivity in the Western Forest-Steppe of Ukraine under climate change]. *Naukovo-praktychnyi zhurnal. Ekolohichni nauky*, No 2 (35), s. 99–103. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.17> [In Ukrainian].
23. Mazur O. V. (2022) Adaptivna tsinnist sortiv soi za riznykh umov vyroshchuvannia [Adaptive value of soybean varieties under different growing conditions]. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo*, No 4 (27), s. 74–92. DOI: <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-7> [In Ukrainian].
24. Revto O. Ya.; Zolin O. O. (2023) Osoblyvosti vyroshchuvannia soi za umov zminy klimatu [Features of soybean cultivation in conditions of climate change]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, vyp. 113, s. 105–112. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15> [In Ukrainian].
25. Tkachuk O. P., Didur I. M., Pansyryeva H. V. (2022) Ekolohichna otsinka serednostyhykh i seredno-piznostyhykh sortiv soi [Ecological assessment of mid-season and mid-late soybean varieties]. *Silke hospodarstvo ta lisivnytstvo*, No 1, s. 5–15. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-1 [In Ukrainian].
26. Melnyk A. V., Romanko Yu. O., Romanko A. Yu., Dudka A. A. (2019) Vplyv pohodno-klimatychnykh parametriv na vrozhaunist zerna suchasnykh sortiv soi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of weather and climatic parameters on the grain yield of modern soybean varieties in the conditions of the northeastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, No 109, Ch. 1, s. 76–83. doi: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.12 [In Ukrainian].
27. Ivasyk M. V. (2023) Formuvannia produktyvnosti novykh sortiv soi v umovakh Lisostepu [Formation of productivity of new soybean varieties in forest-steppe conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, No 133, s. 19–24. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.3> [In Ukrainian].
28. Stotska S. V., Kotkova T. M., Klymenko T. V., Panchyshyn V. Z. (2023) Formuvannia produktyvnosti novykh sortiv soi v umovakh Lisostepu [Formation of productivity of new soybean varieties in Forest-Steppe conditions]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, No 129, s. 132–138. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.17> [In Ukrainian].
29. Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu Glycine max. (L.) Merr. Complete unified classifier Glycine max (L.) Merr. [Broad unified genus classifier Glycine max (L.) Merr. Complete unified classifier Glycine max (L.) Merr.] / L. N. Kobzyieva, V. K. Riabchun, O. M. Bezuhla, L. H. Biliavska ta in. Shyrokyi unifikovanyi klasyfikator rodu Glycine max. (L.) Merr. Kharkiv, „Mahda LTD”. 2004, 37 s. [In Ukrainian].
30. Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslin zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh kultur [Methodology for conducting expertise and state testing of plant varieties of grain,

- cereal and legume crops] / za. red. V. V. Volkodava. Kyiv. 2003, vup. 2, s. 218–239. [In Ukrainian].
31. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do rozshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna [Methodology for conducting a qualification examination of plant varieties for suitability for expansion in Ukraine. General part] / za red. S. O. Tkachyk. 4-te vyd., vypr. ya dop. Vinnytsia : Nilan-LTD, 2016. 120 s. [In Ukrainian].
 32. Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidzhen danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: methodological guidelines] / uklad.: E. R. Ermantraut, O. I. Prysiazhniuk, I. L. Shevchenko. Poltava: Polihraf Konsaltnykh [In Ukrainian].

Діянова А.О., Кулик М.І. Формування урожайності сої залежно від сортового складу та умов вирощування

Сучасні сорти сої культурної (*Glycine max*. (L.) Merr.) повинні мати високий потенціал урожайності, відповідний рівень цінних господарських ознак та високу пристосованість до різних умов вирощування. Їх оцінювання та конкурентоспроможність дозволяє контролювати цінні господарські ознаки, особливо в умовах зміни клімату. Метою наших досліджень було вивчити особливості формування насінневої продуктивності сої залежно від сортового складу та умов вирощування культури. Методи – польовий, лабораторний, математична статистика. Дослідження проводили (2022–2024 рр.) у селекційній сівозміні (ФГ «Грига», с. Василівка, Полтавський район, Полтавська область). Ґрунт – чорнозем опідзолений. Попередник – пшениця озима. Об'єкт дослідження – українські сорти сої скоростиглої групи стиглості полтавської селекції (Антрацит, Адамос, Александрит, Авантурин, Аквамарин). Погодні умови характеризувались такими показниками: оптимально-вологий 2022 рік (ГТК – на рівні 1,0), дуже сприятливий 2023 рік (ГТК – 1,2), дуже посушливий 2024 рік (ГТК – лише 0,8). Проведено оцінювання сортового складу сої за їх продуктивності. В середньому за роки, мінливість показника врожайності варіювала у межах – 2,54–3,06 т/га. Найбільша врожайність сортів сої формувалася в умовах 2022–2023 років. Найменша – в умовах дуже посушливого 2024 року. Урожайними, у 2022 році були сорти Адамос (2,93 т/га) та Ментор (2,73 т/га). В умовах 2023 вегетаційного року варіювання врожайності насіння сої було від 2,70 до 3,43 т/га, з найбільшим показником врожаю, також у сортів Адамос та Ментор (на рівні 3,43 т/га). В умовах посухи 2024 року, мінливість врожайності насіння сортів сої було у межах від 2,05 до 2,83 т/га. Найбільшу урожайність сорти сої забезпечили в умовах 2023 року з середнім значенням 2,99 т/га. Найменшу урожайність насіння відмічено в умовах 2024 року, у середньому, по досліді – 2,50 т/га.

Встановлено, що з-поміж сортів найбільш урожайним був сорт сої української селекції – Адамос (у середньому за роки на рівні 3,06 т/га т/га), та сорт іноземного походження – Ментор (2,97 т/га). Перспективи подальших досліджень полягатимуть у встановленні впливу елементів технології вирощування на врожайність та якість насіння сої виокремлених сортів.

Ключові слова: соя, сорти, продуктивність, походження, мінливість, врожайність, особливості генотипу.

Diyanova A.O., Kulyk M.I. Formation of soybean yield depending on varietal composition and growing conditions

Modern varieties of cultivated soybean (*Glycine max*. (L.) Merr.) should have high yield potential, appropriate level of valuable economic traits and good adaptability to different growing conditions. Their evaluation and competitiveness allow to control valuable economic traits, especially their features in the context of climate change. The purpose of our research was to study the peculiarities of soybean seed productivity formation depending on the varietal composition and growing conditions. Methods: field, laboratory, and mathematical statistics. The research was conducted (2022–2024) in a selection crop rotation (FG “Gryga”, Vasylivka village, Poltava district, Poltava region). Soil – podzolized chernozem. Predecessor – winter wheat. The object of study – Ukrainian soybean varieties of early maturity group of Poltava selection (Anthracyte, Adamos, Alexandrit, Avanturin, Aquamarine). The weather conditions were characterized by the following indicators: optimally wet year 2022 (GTC – at the level of 1.0), very favorable year 2023 (GTC – 1.2), very dry year 2024 (GTC – only 0.8). The varietal composition of soybeans was evaluated in terms of their productivity. On average over the years, the variability of the yield indicator varied between 2.54–3.06 t/ha. The highest yield of soybean varieties was formed in 2022–2023. The lowest was in the very dry year of 2024. In 2022, the most productive varieties were Adamos (2.93 t/ha) and Mentor (2.73 t/ha). In the 2023 growing season, the variation of soybean grain yields ranged from 2.70 to 3.43 t/ha, with the highest yields also in Adamos and Mentor varieties (at 3.43 t/ha). Under the conditions of drought in 2024, the variability of soybean seed yields ranged from 2.05 to 2.83 t/ha. The highest yield of soybean varieties was provided in 2023 with an average value of 2.99 t/ha. The lowest grain yield was recorded in 2024, with an average of 2.50 t/ha. It was found that among the varieties, the most productive was the soybean variety of Ukrainian selection – Adamos (on average over the years at the level of 3.06 t/ha t/ha), and the variety of foreign origin – Mentor (2.97 t/ha). Prospects for further research will be to determine the influence of elements of cultivation technology on the yield and quality of soybean grain of the selected varieties.

Key words: soybean, varieties, productivity, origin, variability, yield, genotype features.

УДК 631.528.632:631.547.51:006.83:633.111.5"324"
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.30.29>

ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА У СПЕЛЬТОПОДІБНИХ ЧОРНОБИЛЬСЬКИХ РАДІОМУТАНТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

ДОЛГАЛЬОВА Ю.А. – здобувач наукового ступеня

orcid.org/0000-0001-6176-2592

Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур
і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України

ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – доктор сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-6078-3209

Білоцерківський національний аграрний університет

ЮРЧЕНКО А.І. – кандидат сільськогосподарських наук, асистент

orcid.org/0009-0009-5915-2053

Білоцерківський національний аграрний університет

УСТИНОВА Г.Л. – доктор філософії з агрономії

orcid.org/0000-0002-3056-358X

Білоцерківський національний аграрний університет

САМОЙЛИК М.О. – доктор філософії з агрономії

orcid.org/0000-0001-8576-5368

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Україна є одним із найбільших експортерів зерна у світі. Відомо, що до початку повномасштабного вторгнення українські зернотрейдери постачали 9 % пшениці, яка реалізовувалася на світовому ринку [1], збільшивши з того часу експорт зерна в країни ЄС [2]. Потенційно, наша країна може виробляти борошно із 8–10 млн тон зерна [3], а зернопереробна промисловість, як найважливіша складова харчової галузі значно, впливає на зростання та економічний потенціал України.

У підвищенні продуктивності та економічної ефективності вирощування пшениці озимої провідна роль належить створенню сучасних адаптованих до кожного регіону сортів інтенсивного типу із високим генетичним потенціалом продуктивності [4–6]. Дослідженнями вчених підтверджено, що сорт, як біологічний фактор, відіграє важливе значення у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур без додаткових витрат матеріально-технічних ресурсів [7–9].

В умовах сучасного аграрного виробництва актуальним є створення сортів, що характеризуються комплексним поєднанням високих показників продуктивності та якості продукції зі стійкістю до вилягання, дефіциту вологи, ураження патогенами та шкідниками. Незалежно від їхнього цільового призначення, такі сорти повинні демонструвати адаптивність до інтенсивних агротехнологій, забезпечувати високу економічну рентабельність та стійкість до біотичних і абіотичних стресових впливів [7, 10–12].

Особливе занепокоєння викликає відставання української селекції пшениці, щодо якості зерна, від провідних світових виробників (ЄС, США, Канада, Австралія) [13]. Якість зерна, вирощеного на території України, часто не відповідає світовим стандартам, а на внутрішньому ринку нині недостатньо якісного борошна для виготовлення хлібопродуктів [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Удосконалення сортів пшениці стало вагомим чинником

зростання врожайності у світовому масштабі [15, 16]. Учені для збагачення генетичного різноманіття, яке дозволяє отримати нові високопродуктивні сорти, використовують різні селекційні методи. Одним з яких, поруч із іншими (внутрішньовидова і віддалена гібридизація, генні модифікації тощо) є експериментальний мутагенез.

Класичний мутагенез потребує значних затрат робочої сили, ресурсів і жорсткого радіаційного контролю. Після аварії на Чорнобильській атомній електростанції склалися умови впливу на живі організми, у тому числі й на сорти пшениці, що вегетували у той час, які імовірно, навіть важко змоделювати в таких масштабах у штучних умовах. У результаті такого тривалого впливу утворилося нежиттєздатне, а також життєздатне потомство, яке зацікавило вчених селекціонерів. Такий селекційний матеріал називають «радіомутантами». Їх вивченню значну увагу приділяла відома вчений-селекціонер – Бурденюк-Тарасевич Лариса Антонівна, автор понад 30 відомих сортів пшениці [17, 18].

Мутації, які отримано у сортів, що утворилися під дією хронічного опромінення після чорнобильської катастрофи є цінними у створенні нового селекційного матеріалу [19, 20]. Використання такого матеріалу дозволяє селекціонерам створювати сорти, які відповідають сучасним викликам сільського господарства, зокрема змінам клімату та зростаючим потребам продуктивності. Це також сприяє розвитку харчової промисловості і вирішенню глобальної продовольчої безпеки, оскільки нові сорти можуть мати унікальні властивості, корисні для виробництва продуктів харчування [21–23].

Проблема збільшення обсягів виробництва зерна пшениці вирішуються, зокрема, підвищенням потенціалу врожайності у нових сортів. У той же час поряд із головним завданням збільшення валових зборів не менш важливим є покращення якості зерна [24], при цьому реакція сортів не завжди проявляється в одночасному підвищенні показників врожайності та якості

[25], яка є однією із найскладніших селекційних ознак, що обумовлена сукупністю різних її складових, залежно від напрямку використання [26, 27].

Показники якості зерна пшениці поділяються на борошномельні (натура зерна, маса 1000 зерен, склоподібність, пружність та ін.) і хлібопекарські властивості, що визначають якість борошна – вміст білка і клейковини, якість клейковини, показник седиментації, реологічні властивості тіста, об'ємний вихід хліба із 100 г борошна та інші [28, 29].

Зерно пшениці, за рахунок вдалого поєднання вмісту білків, вуглеводів та інших речовин [30], є цінною сировиною для хлібопекарської, круп'яної, макаронної, кондитерської та іншої продукції. Серед основних зернових культур зерно пшениці містить найбільше білку. Залежно від різних факторів, зокрема, генотипу, умов вирощування вміст білку у зерні пшениці м'якої озимої може становити від 13 до 15 %. Також у зерні пшениці м'якої озимої міститься значна кількість вуглеводів та близько 70 % крохмалю [31].

Оскільки показники якості зерна характеризуються безперервною мінливістю, внаслідок полігенного генетичного контролю і значної модифікаційної мінливості під впливом умов зовнішнього середовища, необхідно постійно проводити їх оцінку в умовах взаємодії «генотип–умови року» [32].

Якість зерна пшениці залежить не тільки від кількості і якості клейковини білків, але й від стану вуглеводно-амілазного комплексу зерна, яке може бути виявлено за показником числа падіння. Цей показник має важливу технологічну значимість у тих зонах виробництва товарного зерна, де часто має місце його проростання у колосі [33].

Число падіння є одиницею виміру активності альфа-амілази зерна пшениці, яка характеризує хлібопекарські властивості борошна. Альфа-амілаза – фермент, який активізується у процесі проростання зерна і викликає розщеплення крохмалю до цукрів, тому число падіння може також вказувати, що зерна крохмалю не пошкоджені як механічно, так і в результаті передчасного проростання [34]. Якщо число падіння менше за 150 с – активність висока, якщо у межах 150–300 с – середня, а понад 300 с – низька. Оптимальним для випікання хліба вважається показник числа падіння борошна не менше 200 с. Підвищення або зниження активності ферменту призводить до зниження якості хліба. Висока активність амілази пов'язана зі схильністю генотипу до проростання зерна в колосі [35].

Крохмаль є одним із найважливіших компонентів пшеничного зерна і широко використовується як основне джерело для виробництва хліба, локшини та печива. Ендосперм пшениці складається приблизно на 70 % із крохмалю, тому відмінності в якості та кількості крохмалю впливають на характеристики переробки борошна [36]. У залежності від агрокліматичних умов вирощування та сортових особливостей масова частка крохмалю може складати від 54 до 70 % від усього зерна [37].

Для оптимізації та підвищення ефективності селекційних досліджень критично важливим є всебічне

вивчення вихідного генетичного матеріалу, створеного різними методами, зокрема за показниками якості. Це дозволяє не лише виявити його потенційні можливості, але й визначити стратегічні напрями та методологічні підходи для впровадження в селекційні програми. У результаті цього процесу можна досягти значного підвищення урожайності, а також поліпшити якісні характеристики зерна, що є важливими аспектами для забезпечення продовольчої безпеки та конкурентоспроможності аграрного сектору країни.

Метою досліджень було визначення числа падіння, вмісту білка і крохмалю у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень. Десять спельтоподібних зразків пшениці озимої чорнобильських радіомутантів (RM-1–10) з колекції вивчали в умовах десятипільної сівозміни № 1 Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Досліджуваний матеріал колекції походить від рослин пшениці озимої, відібраних у 1987 р. під керівництвом Д. М. Гродзінського, О. Д. Коломієць, П. К. Шкварнікова і М. Ф. Батигіна з полів у двадцяти кілометровій зоні відчуження Чорнобильської атомної електростанції із посіву 1986 р. та самосіву 1987 р. сортів пшениці м'якої озимої Білоцерківська 47, Миронівська 808, Поліська 70, Киянка. Увесь період вегетації матеріал перебував у стані хронічного опромінення.

У 1988 р. зразки зерен індивідуально обмолочених колосів передано для вивчення до Білоцерківської ДСС. Змінені форми пересівали впродовж двадцяти шести поколінь методом педігрі, проводили беккроси, аналізуючі та реципрокні схрещування отриманого дослідного матеріалу (мутантів) із вихідними сортами [19, 22]. На початку селекційної роботи зразки отримали відповідні шифри, залежно від походження: RM-1, RM-2 (шифр 756/89), RM-7, RM-8, RM-9 (шифр 20038/89) – безоста спельта, RM-3, RM-4 (шифр 756/89), RM-5, RM-6 (шифр 20006/89) – остиста спельта, походять від сорту Білоцерківська 47. Спельтоїд безостий RM-10 (шифр 20157/89) походить від сорту Поліська 70.

У 2015 р. стабілізовані радіомутанти RM-1–10 були висіяні на контрольному розсаднику наукової сівозміни Білоцерківської ДСС. Кожен зразок висівали на ділянках площею 10 м², дослідження закладали у трьох повтореннях. Попередник – горох. Сівбу виконували сівалкою СН-10Ц у оптимальні для пшениці озимої строки. Сорт-стандарт – Лісова пісня.

Оцінку зерна досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр. проводили за числом падіння методом Харберга-Пертена згідно ДСТУ 3093:2019 Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці [38]. Вміст білку і крохмалю визначали методом інфрачервоної спектроскопії (FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer) згідно: методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва» [39]. Гомеостатичність (H_{om}) і селекційну цінність (Sc) розраховували за В. В. Хангільдіним і М. А. Литвиненком (1981).

Мінливість досліджуваних показників проводили за розмахом варіювання (R), дисперсією (S^2) та коефіцієнтом варіації (V , %). Мінливість вважається незначною, за коефіцієнта варіації менше 10 %, середньою – $10 \leq V \leq 20$ %, і значною, якщо коефіцієнт варіації перевищує 20 % [40].

Результати досліджень. У середньому за 2016–2018 рр. число падіння на рівні стандарту Лісова пісня (391 с) визначили у RM-8 (418 с), RM-1 (375 с), RM-3 (364 с). Достовірно менше стандарту число падіння встановлено у семи радіомутантів, за найменших показників у RM-7 (239 с), RM-5 (266 с), RM-10 (287 с) (табл. 1).

Число падіння, згідно ДСТУ 3768:2019 визначає поділ на класи зерна пшениці: перший і другий клас – не менше 220 с, третій – не менше 180 с, четвертий клас – не обмежено [41].

Визначено значну мінливість числа падіння у роки досліджень за коефіцієнтом варіації: RM-7 ($V = 55,5$ %), RM-5 ($V = 38,3$ %), RM-6 ($V = 27,7$ %), RM-10 ($V = 26,3$ %),

RM-9 ($V = 23,6$ %). Найменшу мінливість показників відмітили у стандарту Лісова пісня ($V = 3,3$ %) та RM-8 ($V = 5,9$ %), а у інших RM-зразків встановлено середній показник коефіцієнта варіації – 13,3–17,3 %.

Найбільшу гомеостатичність числа падіння відмітили у стандарту Лісова пісня ($Hom = 11728$) і RM-8 ($Hom = 7038$), за мінімальних значень у RM-7 ($Hom = 432$), RM-5 ($Hom = 695$) (рис. 1).

За селекційною цінністю виділили RM-8 ($Sc = 371,2$), а також Лісову пісню ($Sc = 365,5$). На середньому рівні селекційну цінність відмітили у RM-1, RM-3, RM-2, RM-4, RM-9 – $Sc = 286,3$ – $206,9$ (рис. 2).

За вмістом білка в середньому за 2016–2019 рр. суттєве перевищення над стандартом (15,6 %) встановлене у RM-9 (16,3 %), RM-2, RM-4 (16,1 %), RM-1 – 16,0 %.

За вмістом білка в середньому за 2016–2019 рр. суттєве перевищення над стандартом (15,6 %) встановлене у RM-9 (16,3 %), RM-2, RM-4 (16,1 %), RM-1 – 16,0 %.

Таблиця 1

Число падіння (с) у досліджуваних RM-зразків у 2016–2018 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	$\bar{x}$	R	S^2	V , %
RM-1	424	376	324	375	100	2501,3	13,3
RM-2	408	349	299	352	109	2977,0	15,5
RM-3	431	336	325	364	106	3397,0	16,0
RM-4	357	303	252	304	105	2757,0	17,3
RM-5	382	228	189	266	193	10414,3	38,3
RM-6	405	274	245	308	160	7267,0	27,7
RM-7	392	173	153	239	239	17580,3	55,4
RM-8	440	422	391	418	49	614,3	5,9
RM-9	406	294	262	321	144	5717,3	23,6
RM-10	374	250	237	287	137	5719,0	26,3
Лісова пісня (St)	378	404	390	391	26	169,3	3,3
HIP ₀₅	35	33	36	-	-	-	-

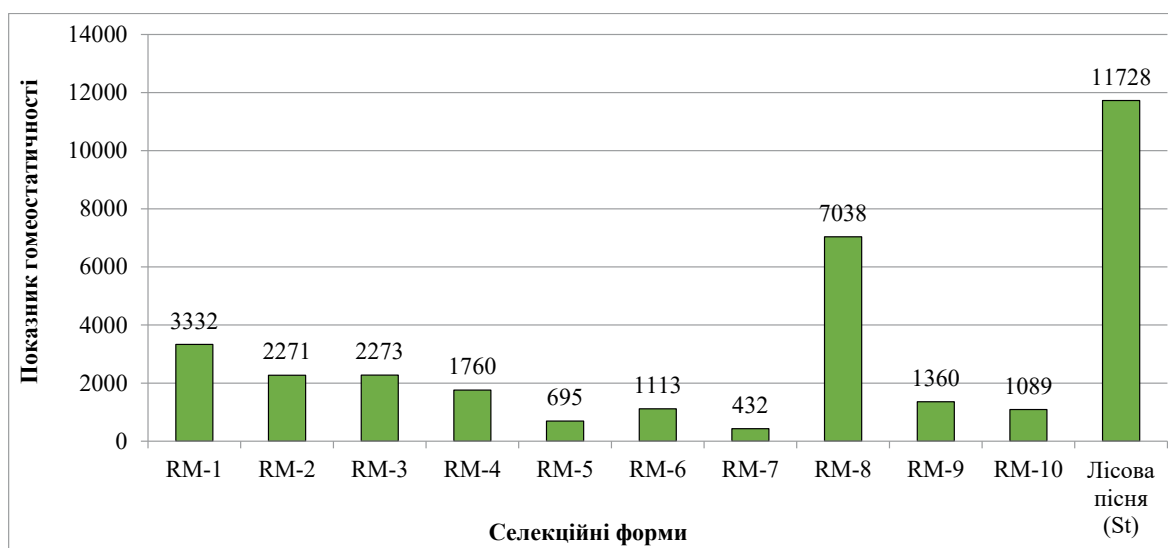


Рис. 1. Показники гомеостатичності за числом падіння у RM-зразків, середнє за 2016–2018 рр.

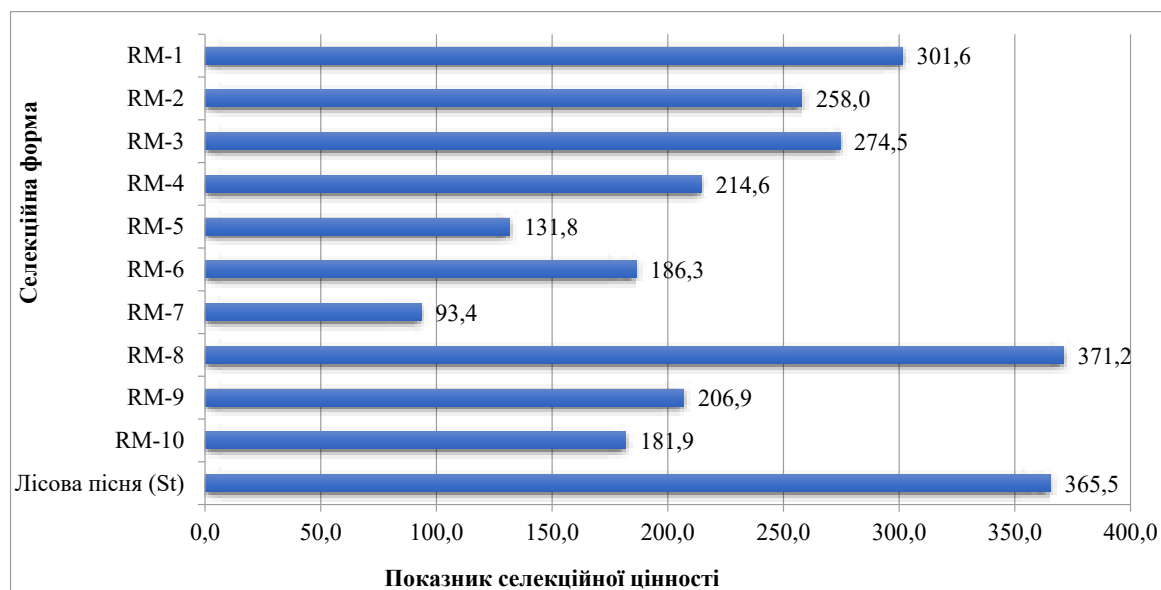


Рис. 2. Селекційна цінність за числом падіння у RM-зразків, середнє за 2016–2018 рр.

Вміст білка у сухій речовині зерна пшениці м'якої озимої регламентується для різних класів вимогами ДСТУ 3768:2019: для зерна першого класу не менше 14,0 %, другого – 12,5 %, третього – 11,0 %, четвертого класу – без обмежень [41].

У роки досліджень встановлена середня варіабельність вмісту білка у RM-1 ($V = 15,4\%$), RM-3 ($V = 14,0\%$), RM-2 ($V = 13,8\%$), RM-4 ($V = 13,1\%$), RM-6 ($V = 10,2\%$) і незначна у інших радіомутантів ($V = 6,6\text{--}9,4\%$) і стандарту Лісова пісня – $V = 8,7\%$ (табл. 2).

Найбільшу гомеостатичність за вмістом білка визначили у RM-5 ($\text{Hom} = 220$) і RM-7 – $\text{Hom} = 195$. Середні показники гомеостатичності відмітили у RM-10, стандарту Лісова пісня, RM-9, RM-8, RM-6 – $\text{Hom} = 181\text{--}143$, а в інших селекційних форм – низькі ($\text{Hom} = 104\text{--}123$) (рис. 3).

За селекційною цінністю вмісту у зерні білку виділили RM-9 ($Sc = 13,1$), Лісова пісня ($Sc = 12,9$), RM-8, RM-10 ($Sc = 12,8$), RM-5 ($Sc = 12,7$), а в інших

радіомутантів встановлено дещо менший показник – $Sc = 11,1\text{--}12,1$ (рис. 4).

Встановлено, що в середньому, за роки досліджень вміст крохмалю у RM-зразків склав від 62,6 % (RM-9) до 67,3 % – RM-6. Достовірне перевищення над стандартом Лісова пісня (66,7 %) встановлено у RM-6 (67,3 %). На рівні стандарту вміст крохмалю визначили у RM-7 (67,1 %), RM-5 (66,4 %) і RM-8 – 66,3 % (табл. 3).

Досліджено незначні коефіцієнти варіації за роки експерименту вмісту в зерні крохмалю за найменших показників у RM-10 і стандарту Лісова пісня ($V = 1,9\%$), RM-6 ($V = 2,8\%$), RM-5 ($V = 3,8\%$), RM-7 – $V = 4,0\%$.

За показником гомеостатичності формування крохмалю у зерні виділили стандарт ($\text{Hom} = 3467$) і RM-9 ($\text{Hom} = 3455$). Середній показник встановили у RM-6 ($\text{Hom} = 2391$), RM-5 ($\text{Hom} = 1763$) і RM-7 – $\text{Hom} = 167$ (рис. 5).

Високий показник селекційної цінності за вмістом крохмалю відмічено у стандарту Лісова пісня ($Sc = 64,0$),

Таблиця 2

Вміст білка (%) у досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{x}$	R	S^2	V, %
RM-1	16,7	13,6	14,5	19,1	16,0	5,5	6,0	15,4
RM-2	17,1	13,7	14,8	18,6	16,1	4,9	4,9	13,8
RM-3	15,7	13,1	14,1	18,0	15,2	4,9	4,6	14,0
RM-4	16,3	14,3	14,8	19,0	16,1	4,7	4,5	13,1
RM-5	14,3	14,1	13,9	16,0	14,6	2,1	0,9	6,61
RM-6	14,5	13,5	13,6	16,7	14,6	3,2	2,2	10,2
RM-7	14,3	12,2	14,0	13,9	13,6	2,1	0,9	7,0
RM-8	16,4	14,3	14,9	17,6	15,8	3,3	2,2	9,4
RM-9	17,4	14,1	16,2	17,0	16,3	2,7	1,4	7,3
RM-10	14,4	14,2	15,7	17,0	15,3	2,8	1,7	8,5
Лісова пісня (St)	16,3	14,1	14,9	17,1	15,6	3,0	1,8	8,7
HIP ₀₅	0,31	0,27	0,32	0,37	-	-	-	-

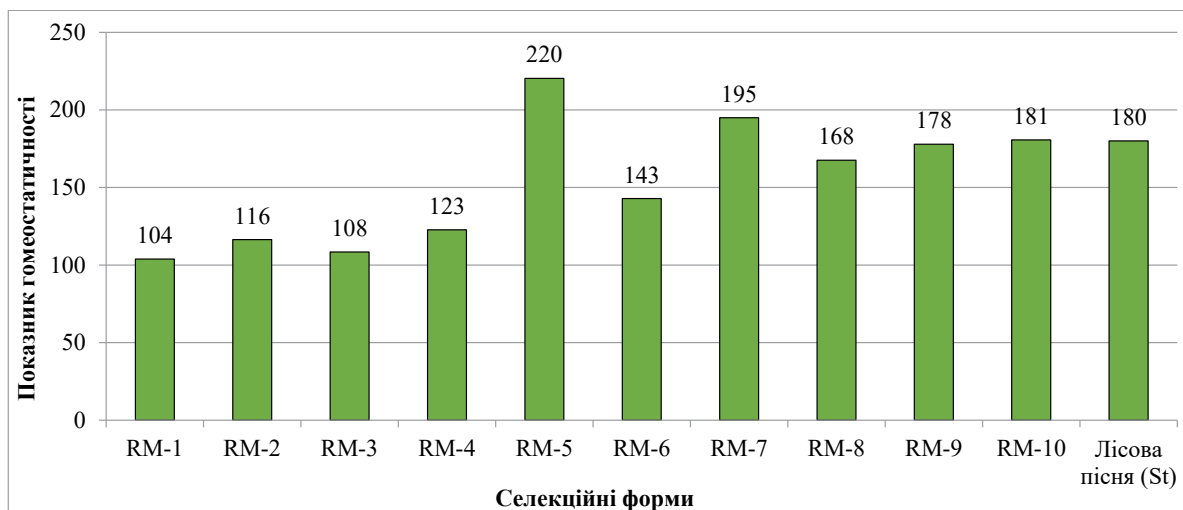


Рис. 3. Показники гомеостатичності за вмістом білка у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

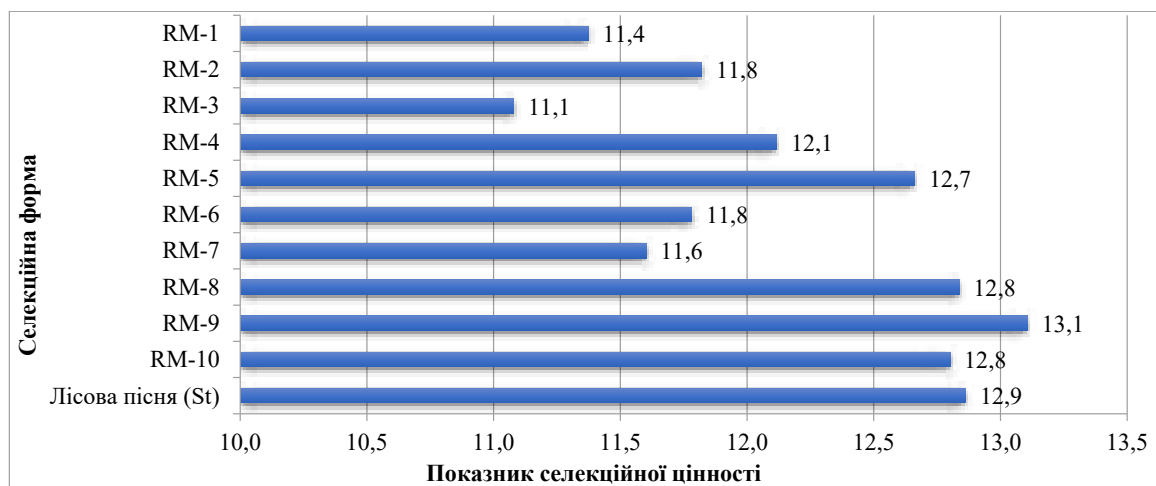


Рис. 4. Селекційна цінність за вмістом білка у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

Таблиця 3

Вміст крохмалю (%) у досліджуваних RM-зразків у 2016–2019 рр.

Селекційна форма	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	$\bar{x}$	R	S ²	V, %
RM-1	61,2	69,4	68,9	61,8	65,3	8,2	19,6	6,8
RM-2	61,1	69,4	67,8	63,2	65,4	8,3	15,0	5,9
RM-3	62,2	69,9	68,5	63,5	66,0	7,7	14,1	5,7
RM-4	60,5	67,1	66,8	60,2	63,7	6,9	14,6	6,0
RM-5	63,2	67,1	69,2	66,0	66,4	6,0	6,2	3,8
RM-6	64,8	68,9	68,6	66,8	67,3	4,1	3,6	2,8
RM-7	64,6	69,6	65,0	69,3	67,1	5,0	7,3	4,0
RM-8	60,3	66,8	67,4	62,6	64,3	7,1	11,6	5,3
RM-9	59,3	65,8	64,4	61,0	62,6	6,5	9,0	4,8
RM-10	64,5	67,5	66,4	66,7	66,3	3,0	1,6	1,9
Лісова пісня (St)	65,0	67,8	67,6	66,5	66,7	2,8	1,7	1,9
HIP ₀₅	0,51	0,46	0,48	0,49	-	-	-	-

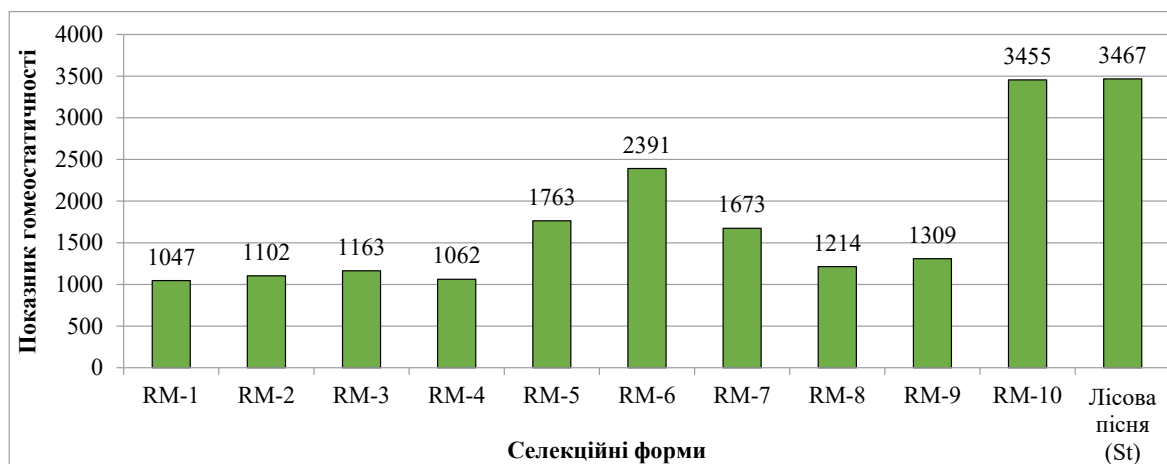


Рис. 5. Показники гомеостатичності за вмістом крохмалю у зерні RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

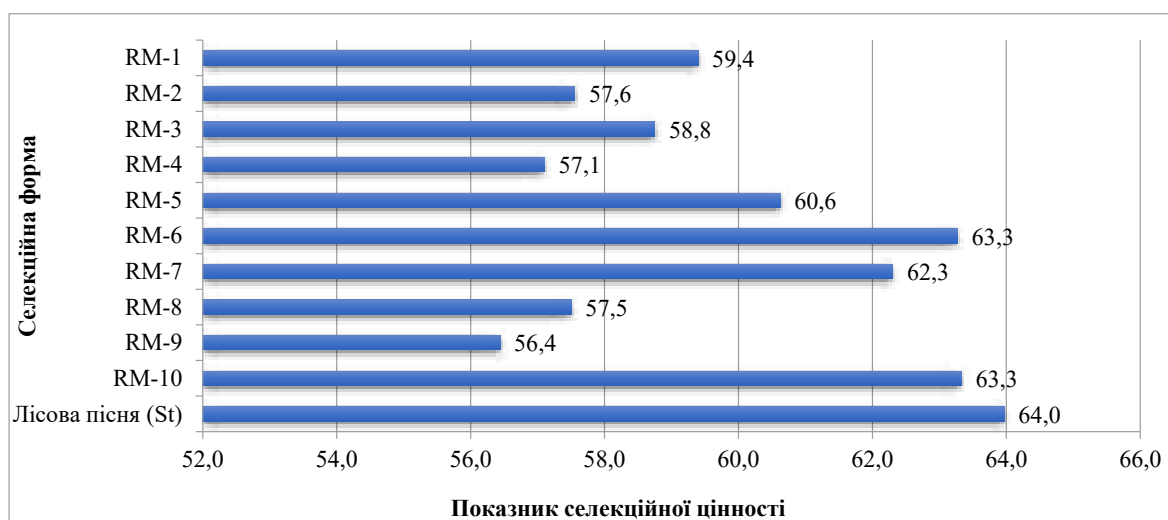


Рис. 6. Селекційна цінність за вмістом крохмалю у RM-зразків, середнє за 2016–2019 рр.

RM-6, RM-10 ($Sc = 63,3$) та RM-7 ($Sc = 62,3$), а середній – RM-5 ($Sc = 60,6$), RM-3 – $Sc = 58,$) (рис. 6).

Висновки. Чорнобильські радіомутанти селекційно цінні у створенні нового вихідного матеріалу пшениці озимої з підвищеними показниками якості зерна.

У результаті проведених досліджень нами виділені спельтоподібні зразки RM-7, RM-5, RM-10 у яких, в середньому за 2016–2018 рр., визначили число падіння 239 с, 266 с і 287 с відповідно. Селекційний зразок RM-8 мав за числом падіння найвищий показник гомеостатичності ($Hom = 7038$) і селекційної цінності ($Sc = 371,2$).

У середньому за 2016–2019 рр. суттєве перевищення над стандартом (15,6 %) за вмістом білка визначили у RM-9 (16,3 %), RM-2, RM-4 (16,1 %) і RM-1 – 16,0 %, серед яких незначний коефіцієнт варіації (7,3 %) встановили у RM-9 за середньої гомеостатичності ($Hom = 178$) і найвищої селекційної цінності ($Sc = 13,1$). Найбільшу гомеостатичність за вмістом білка встановлено RM-5 ($Hom = 220$) за високою селекційної цінності ($Sc = 12,7$) і вмісту білка у 2016–2019 рр. 13,9–16,0 %.

Суттєве перевищення за вмістом крохмалю над сортом Лісова пісня (66,7 %) визначили у RM-6 (67,3 %), а на рівні стандарту показники формували у RM-7 (67,1 %), RM-5 (66,4 %), RM-8 (66,3 %). За показником гомеостатичністю формування крохмалю виділили RM-10 ($Hom = 3455$) і RM-6 ($Hom = 2391$), а селекційною цінністю RM-6, RM-10 ($Sc = 63,3$) і RM-7 ($Sc = 62,3$).

Виділені спельтоподібні RM-зразки пшениці озимої залучені нами у селекційні програми Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Експорт зерна та вимоги до його якості. URL: <http://surl.li/rehib>. (дата звернення 10.02.2024).
2. Найчастіші проблеми експортного зерна – хлорпірифос та псування в дорозі. URL: <http://surl.li/rehhu> (дата звернення 10.02.2024).
3. Науменко О., Богдан Г., Бела Н., Полонська Т., Гетьман І. Шляхи покращення хлібопекарських властивостей борошна. *Продовольчі ресурси*. 2020. Вип. 8(15). С. 151–157.

4. Тоцький В. М., Марініч Л. Г., Шостя А. М., Кузьменко Л. М., Ільченко М. О. Вплив сортових властивостей на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *SWorldJournal*. 2024. № 24. С. 110–115.
5. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Принципи підбору пар для гібридизації в селекції озимої пшениці *T. aestivum* L. на адаптивність до умов довкілля. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 16. С. 92–96.
6. Корхова М. М., Нікончук Н. В., Панфілова А. В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 122. С. 48–55.
7. Назаренко М. М. Продуктивність сучасних сортів пшениці озимої в умовах підзони Півночі Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 120–125.
8. Тищенко А. В., Тищенко О. Д., Люта Ю. О., Пілярська О. О. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75. С. 101–109.
9. Thakur V., Rane J. Assimilate limitation compensating factors under environmental stresses in wheat. *Journal of Cereal Research*. 2020. № 12(3). P. 213–228.
10. Уліч Л. І., Лисікова В. М., Скиба В. В. Оцінка сортового складу пшениці ярої м'якої (*Triticum aestivum* L.) за продуктивністю і адаптивністю. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2009. № 1(9). С. 37–42.
11. Базалій В. В., Домарацький Є. О., Козлова О. П. Селекційно-генетичні аспекти селекції озимої пшениці та їх вплив на агроекологічну адаптивність. *Аграрні інновації*. 2023. Вип. 19. С. 120–126.
12. Наукові основи селекції озимої пшениці на агроекологічну адаптивність: монографія / В. В. Базалій та ін. Миколаїв: МНАУ, 2024. 244 с.
13. Khalid A., Hameed A., Tahir M. F. Estimation of genetic divergence in Wheat genotypes based on agromorphological traits through agglomerative hierarchical clustering and principal component analysis. *Cereal Research Communications*. 2020. № 50. P. 1–8. DOI: 10.1007/s42976-022-00287-w.
14. Impa S. M., Vennapusa A. R., Bheemanahalli R., Sabela D., Boyle D., Walia H., Jagadish K. High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat. *Plant, Cell & Environment*. 2020. № 43(2). P. 431–447. DOI: 10.1111/pce.13671
15. Abdelmageed K., Xuhong C., Demei W., Yanjie W., Yushuang Y., Guangcai Z., & Zhiqiang T. Evolution of varieties and development of production technology in Egypt wheat: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019. № 18(3). P. 483–495. DOI: 10.1016/S2095-3119(18)62053-2
16. Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Assefa S., Amri A., Bishaw Z., Ogbonnaya F., & Baum M. Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*. 2019. № 1(1). DOI: 10.20900/CBGG20190005.
17. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Формотворчий процес у озимої пшениці *Triticum aestivum* L. впродовж 30 поколінь як результат післядії чорнобильської катастрофи. *Biodiversity after the chernobyl accident*. Part II. The scientific proceedings of the International network AgroBioNet. Slovak University of Agriculture in Nitra. 2016. С. 29–33.
18. Самойлик М. О., Устинова Г. Л., Лозінський М. В., Корхова М. М., Уліч О. Л. Оцінка врожайних та адаптивних властивостей нових сортів пшениці м'якої озимої. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 2(839). С. 34–42.
19. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Результати використання чорнобильських радіомутантів озимої пшениці як джерела цінних властивостей при гібридизації. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. 2004. Вип. 7. С. 27–38.
20. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Бузинний М. В. Білоцерківські сорти пшениці м'якої озимої. Апробаційні ознаки, біологічні особливості пшениць та реалізація їх потенціалу в умовах Лісостепу, Полісся і Степу України. Біла Церква, 2021. 48 с.
21. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Характер успадкування ознак *T. Spelta* L. Чорнобильськими мутантами пшениці м'якої озимої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2013. Т. 13. С. 135–140.
22. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Можливості селекційного використання колекції чорнобильських мутантів озимої пшениці. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – національного центру насіннєзнавства та сортовивчення*. 2004. Вип. 6(46). Ч. II. С. 194–205.
23. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Результати використання чорнобильських радіомутантів озимої пшениці як джерела цінних властивостей при гібридизації. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків*. 2004. Вип. 7. С. 27–38.
24. Bechtel D. B., Abecassis J., Shewry P. R., Evers A. D. Development, Structure and Mechanical Properties of the Wheat Grain. *Wheat: Chemistry and Technology*. 4th edition. AACC International Inc. 2009. P. 51–95.
25. Кулешов О. О. Урожайність і якість зерна сортів озимої пшениці залежно від попередників і строків сівби у південно-східній частині степової зони. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2008. № 33/34. С. 92–95.
26. Демидов О. А., Хоменко С. О., Федоренко І. В., Федоренко М. В. Оцінка вихідного матеріалу пшениці м'якої ярої за показниками якості зерна в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 1. С. 34–37.
27. Li T., Deng G., Tang Ya. et al. Identification and validation of a novel locus controlling spikelet number in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12: 611106. DOI: 10.3389/fpls.2021.611106
28. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 348 с.
29. Глеваський В. І., Лозінський М. В., Сидорова І. М., Шох С. С., Дубовик Н. С., Куянов В. В. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 201–Агрономія). Біла Церква, 2021. 175 с.
30. Farhat W. Z. E. Assessment of genetic parameters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egyptian Journal of Applied Science*. 2020. Vol. 35. Is. 11. P. 144–162.

31. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: підручник. Полтава, 2003. 420 с.
32. Ambalamaatil S., Lukow O. M., Malcolmson L. J. Quality Attributes of Canadian Hard White Spring Wheat. *Journal of Food Quality*. 2006. № 29. P. 151–170.
33. Подпратов Г. І., Скалецька Л. Ф., Сеньков А. М., Подпратов Г. І. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: практикум. К.: Вища освіта, 2004. 272 с.
34. Bettge A. Low falling numbers in the Pacific Northwest wheat growing region: Preharvest sprouting, late maturity amylase, falling number instrument, or low protein. *Cereal Foods World*. 2018. № 63(1). P. 12–16.
35. Рябовол Я., Рябовол Л. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. 2018. № 22(1). С. 194–200.
36. Kim K. H., Kim J. Y. Understanding Wheat Starch Metabolism in Properties, Environmental Stress Condition, and Molecular Approaches for Value-Added Utilization. *Plants*. 2021. № 10. P. 2282.
37. Bemiller J., Whistler R. Starch: Chemistry and Technology. 3rd Edition, Academy Press, Cambridge. 2009. 894 p.
38. ДСТУ 3093:2019 Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупини з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Харберга-Пертена (Hagberg-Perten) (ISO 3093:2009. IDT). [Чинний від 1.12.2019] Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ». 2019. 16 с.
39. Ткачик С. О., Лещук Н. В., Присяжнюк О. І. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. Український інститут експертизи сортів рослин. 4-те вид. Вінниця, 2016. 120 с.
40. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – Кн. 2. Статистична обробка результатів досліджень; за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 352 с.
41. DSTU 3768:2019 Wheat. Technical conditions. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf
5. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrizatsii v selektsii ozymoi pshenytsi *T. aestivum* L. na adaptivnist do umov dovkillia [Principles of selection of pairs for hybridization in breeding winter wheat *T. aestivum* L. for adaptability to environmental conditions]. *Factors of experimental evolution of organisms*. 16. 92–96. [in Ukrainian].
6. Korkhova, M. M., Nikonchuk, N. V., Panfilova, A. V. (2021). Adaptivnyi potentsial novykh sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Adaptive potential of new winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavria Scientific Bulletin*. 122. 48–55. [in Ukrainian].
7. Nazarenko, M. M. (2020). Produktivnist suchasnykh sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh pidzony Pivnochi Stepu Ukrainy [Productivity of modern winter wheat varieties in the conditions of the subzone of the Northern Steppe of Ukraine]. *Agrarian Innovations*. 4. 120–125. [in Ukrainian].
8. Tyshchenko, A. V., Tyshchenko, O. D., Liuta, Yu. O., Piliarska, O. O. (2021). Adaptivna zdutnist – vazhlyva oznaka v selektsii roslyn [Adaptive ability is an important trait in plant breeding]. *Irrigated agriculture*. 75. 101–109. [in Ukrainian].
9. Thakur, V., Rane, J. (2020). Assimilate limitation compensating factors under environmental stresses in wheat. *Journal of Cereal Research*. 12(3). 213–228.
10. Ulich, L. I., Lysikova, V. M., Skyba, V. V. (2009). Otsinka sortovoho skladu pshenytsi yaroї miakoi (*Triticum aestivum* L.) za produktivnistiu i adaptivnistiu [Assessment of the varietal composition of soft spring wheat (*Triticum aestivum* L.) by productivity and adaptability]. *Varietal study and protection of plant variety rights*. 1(9). 37–42. [in Ukrainian].
11. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., Kozlova, O. P. (2023). Seleksiino-henetychni aspekty selektsii ozymoi pshenytsi ta yikh vplyv na ahroekolohichnu adaptivnist [Breeding and genetic aspects of winter wheat breeding and their impact on agroecological adaptability]. *Agrarian innovations*. 19. 120–126. [in Ukrainian].
12. Bazalii, V. V. ta in. (2024). Naukovi osnovy selektsii ozymoi pshenytsi na ahroekolohichnu adaptivnist: monohrafiia [Scientific foundations of winter wheat breeding for agroecological adaptability]: monograph. Mykolaiv: MNAU, 244. [in Ukrainian].
13. Khalid, A., Hameed, A., Tahir, M. (2020). Estimation of genetic divergence in Wheat genotypes based on agro-morphological traits through agglomerative hierarchical clustering and principal component analysis. *Cereal Research Communications*. 50. 1–8.
14. Impa, S. M., Vennapusa, A. R., Bheemanahalli, R., Sabella, D., Boyle, D., Walia, H., Jagadish, K. (2020). High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat. *Plant, Cell & Environment*. 43(2). 431–447.
15. Abdelmageed, K., Xuhong, C., Demei, W., Yanjie, W., Yushuang, Y., Guangcai, Z., & Zhiqiang, T. (2019). Evolution of varieties and development of production technology in Egypt wheat: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. 18(3). 483–495. DOI: 10.1016/S2095-3119(18)62053-2
16. Tadesse, W., Sanchez-Garcia, M., Assefa, S., Amri, A., Bishaw, Z., Ogbonnaya, F., & Baum, M. (2019). Genetic

REFERENCES:

1. Eksport zerna ta vymohy do yoho yakosti [Grain export and requirements for its quality]. URL: <http://surl.li/rehib>. (access date 10.02.2024). [in Ukrainian]
2. Naichastishi problemy eksportnoho zerna – khlorpyrifos ta psuvannia v dorozhi [The most common problems with export grain are chlorpyrifos and spoilage in transit]. URL: <http://surl.li/rehhu>. (access date 10.02.2024). [in Ukrainian].
3. Naumenko, O., Bohdan, H., Biela, N., Polonska, T., Hetman, I. (2020). Shliakhy pokrashchennia khlibopekarskykh vlastyvostei boroshna [Ways to improve the baking properties of flour]. *Food resources*. 8(15). 151–157. [in Ukrainian].
4. Totskyi, V. M., Marinich, L. H., Shostia, A. M., Kuzmenko, L. M., Ilchenko, M. O. (2024). Vplyv sortovykh vlastyvostei na urozhainist ta yakist zerna pshe-nytsi ozymoi [The influence of varietal properties on the yield and quality of winter wheat grain]. *SWorldJournal*. 24. 110–115. [in Ukrainian].

- gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*. 1(1). DOI: 10.20900/CBGG20190005.
17. Burdeniuk-Tarasevych, L. A. (2016). Formotvorchyi protses u ozymoi pshenytsi *Triticum aestivum* L. vprodovzh 30 pokolin yak rezultat pisladii chornobylskoi katastrofy [The formative process in winter wheat *Triticum aestivum* L. over 30 generations as a result of the aftereffects of the Chernobyl disaster]. *Biodiversity after the chernobyl accident*. Part II. The scientific proceedings of the International network AgroBioNet. Slovak University of Agriculture in Nitra. 29–33. [in Ukrainian].
 18. Samoiluk, M. O., Ustynova, H. L., Lozinskyi, M. V., Korkhova, M. M., Ulich, O. L. (2023). Otsinka vrozhainykh ta adaptivnykh vlastyvostei novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [Assessment of yield and adaptive properties of new varieties of soft winter wheat]. *Bulletin of Agrarian Science*. 2(839). 34–42. [in Ukrainian].
 19. Burdeniuk-Tarasevych, L. A. (2004). Rezultaty vykorystannia chornobylskykh radiomutantiv ozymoi pshe-nytsi yak dzherela tsinnykh vlastyvostei pry hibrydyzat-sii [Results of using Chernobyl radiomutants of winter wheat as a source of valuable properties in hybridiza-tion]. *Collection of scientific papers of the Institute of Sugar Beet of the Ukrainian Academy of Sciences*. 7. 27–38. [in Ukrainian].
 20. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Buzynnyi, M. V. (2021). Bilotserkivski sorty pshenytsi miakoi ozymoi. Aprobatsiini oznaky, biolohichni osoblyvosti pshenyts ta realizatsiia yikh potentsialu v umovakh Lisostepu, Polissia i Stepu Ukrainy [Bila Tserkva varieties of soft winter wheat. Approbation characteristics, biological features of wheats and realization of their potential in the conditions of the Forest-Steppe, Polissya and Steppe of Ukraine]. *Bila Tserkva*, 48. [in Ukrainian].
 21. Burdeniuk-Tarasevych, L. A. (2013). Kharakter uspad-kuvannia oznak *T. Spelta* L. Chornobylskymy mutan-tamy pshenytsi miakoi ozymoi [The nature of inher-itage of *T. Spelta* L. traits by Chernobyl mutants of soft winter wheat]. *Factors of experimental evolution of organisms*. 13.135–140. [in Ukrainian].
 22. Burdeniuk-Tarasevych, L. A. (2004). Mozhlyvosti selekt-siinoho vykorystannia kolektsii chornobylskykh mutan-tiv ozymoi pshenytsi [Possibilities of breeding use of the collection of Chernobyl mutants of winter wheat]. *Collection of scientific works of the Breeding and Genetic Institute – National Center for Seed Science and Variety Research*. 6(46). II. 194–205. [in Ukrainian].
 23. Burdeniuk-Tarasevych, L. A. (2004). Rezultaty vyko-rystannia chornobylskykh radiomutantiv ozymoi pshe-nytsi yak dzherela tsinnykh vlastyvostei pry hibrydyzat-sii [Results of using Chernobyl radiomutants of winter wheat as a source of valuable properties in hybridiza-tion]. *Collection of scientific papers of the Institute of Sugar Beet*. 7. 27–38. [in Ukrainian].
 24. Bechtel, D. B., Abecassis, J., Shewry, P. R., Evers, A. D. (2009). Development, Structure and Mechanical Properties of the Wheat Grain. *Wheat: Chemistry and Technology*. 4th edition. AACCI International Inc. 51–95.
 25. Kuleshov, O. O. (2008). Urozhainist i yakist zerna sortiv ozymoi pshenytsi zalezno vid poperednykh i strokiv sivy u pvidenno-skhidni chastyini stepovoi zony [Yield and grain quality of winter wheat varieties depending on predecessors and sowing dates in the southeastern part of the steppe zone]. *Bulletin of the Institute of Grain Economy*. 33/34. 92–95. [in Ukrainian].
 26. Demydov, O. A., Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V. (2017). Otsinka vykhidnoho materialu pshenytsi miakoi yaroj za pokaznykamy yakosti zerna v umovakh Lisostepu [Assessment of the starting material of soft spring wheat by grain quality indicators in the conditions of the Forest-Steppe]. *Bulletin of Agrarian Science*. 1. 34–37. [in Ukrainian].
 27. Li, T., Deng, G., Tang, Ya. et al. (2021). Identification and validation of a novel locus controlling spikelet number in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 12. 611106.
 28. Mazur, O. V., Lozinsky, M. V. (2020) Seleksiia ta nasin-nystvo polovykh kultur. [Selection and seed produc-tion of field crops: a textbook]. Vinnytsia: TVORY. 348. [in Ukrainian].
 29. Hlevaskyi, V. I., Lozinskyi, M. V., Sydorova, I. M., Shokh, S. S., Dubovyk, N. S., Kuianov, V. V. (2021). Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produktsii ros-lynnystva: praktykum dlia zdobuvachiv pershoho (baka-lavrskoho) rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 201–Ahronomiia) [Technology of storage and processing of crop products: a workshop for applicants of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty 201 – Agronomy]]. *Bila Tserkva*, 175. [in Ukrainian].
 30. Farhat, W. Z. E. (2020). Assessment of genetic param-eters for early maturing and grain yield in some bread wheat crosses under optimum and late sowing dates. *Egyptian Journal of Applied Science*. 35. 11. 144–162.
 31. Zhemela, H. P., Shemavnov, V. I., Oleksiuk, O. M. (2003). Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky produk-tsii roslynnystva [Technology of storage and processing of crop products]: textbook. Poltava, 420. [in Ukrainian].
 32. Ambalamaatil, S., Lukow, O. M., Malcolmson, L. J. (2006). Quality Attributes of Canadian Hard White Spring Wheat. *Journal of Food Quality*. 29. 151–170.
 33. Podpriatov, H. I., Skaletska, L. F., Senkov, A. M., Podpriatov, H. I. (2004). Tekhnolohiia zberihannia i pererobky produktsii roslynnystva [Technology of stor-age and processing of crop products]: workshop. K.: Higher education, 272. [in Ukrainian].
 34. Bettge, A. (2018). Low falling numbers in the Pacific Northwest wheat growing region: Preharvest sprouting, late maturity amylase, falling number instrument, or low protein. *Cereal Foods World*. 63(1). 12–16.
 35. Riabovol, Ya., Riabovol, L. (2018). Otsinka yakosti zerna selektsiinykh zrazkiv pshenytsi miakoi ozy-moi [Assessment of grain quality of soft winter wheat breeding samples]. *Bulletin of Lviv National Agrarian University*. 22(1). 194–200. [in Ukrainian].
 36. Kim, K. H., Kim, J. Y. (2021). Understanding Wheat Starch Metabolism in Properties, Environmental Stress Condition, and Molecular Approaches for Value-Added Utilization. *Plants*. 10. 2282.
 37. Bemiller, J., Whistler, R. (2009). Starch: Chemistry and Technology. 3rd Edition, Academy Press, Cambridge. 894.
 38. DSTU 3093:2019 (2019). Pshenytsia, zhyto ta boroshno z nykh, pshenytsia tvrda y manni krupy z tvrdoj pshenytsi. Vyznachennia chysla padinnia metodom Khahberha-Pertena [Wheat, rye and flour thereof, durum wheat and durum wheat semolina. Determination of falling number by the Hagberg-Perten method]. (ISO

- 3093:2009. IDT). [Valid from 1.12.2019] Official edition. Kyiv: DP «UkrNDNTs». 16. [in Ukrainian].
39. Tkachyk, S. O., Leshchuk, N. V., Prysazhnyk, O. I. (2016). Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part. Ukrainian Institute of Plant Varieties Examination. 4th ed. Vinnytsia, 120. [in Ukrainian].
40. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M. et al. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]: a teaching manual: in 2 books – Book 2. Statistical processing of research results; edited by A. O. Rozhkov. Kharkiv: Maidan, 352. [in Ukrainian].
41. DSTU 3768:2019 Wheat. Technical conditions. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf. [in Ukrainian].

Долгальова Ю.А., Лозинський М.В., Юрченко А.І., Устинова Г.Л., Самойлик М.О. Формування показників якості зерна у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів пшениці озимої

Мета досліджень. Визначення числа падіння, вмісту білка і крохмалю у спельтоподібних чорнобильських радіомутантів пшениці озимої.

Матеріали та методи. Озиму пшеницю, представлену 10 спельтоподібними радіомутантами (RM-1–10), які отримали внаслідок хронічного опромінення посівів 1986 р. та самосіву 1987 р. у 20-кілометровій зоні відчуження Чорнобильської АЕС, вивчали в умовах 10-пільної наукової сівозміни Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Дослідні ділянки кожного з десяти радіомутантів пшениці озимої мали облікову площу 10 м² і розміщувалися у трьох повтореннях. Попередньо на полі вирощувався горох. Сівба насіння виконувалася сівалкою СН-10Ц у оптимальні для культури строки. Як стандарт використовувався сорт Лісова пісня. Число падіння і вміст у зерні білку є класоутворюючими показниками для пшениці відповідно ДСТУ 3768:2019. Число падіння, яке ще також називають числом Хагберга або числом Хагберга-Пертена, закріплене також у міжнародних стандартах: ICC 107/1, ISO 3093-2009, AACCS 56-81B, визначали приладом FN 1000, а вміст білка і крохмалю методом інфрачервоної спектроскопії (FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer).

Результати. Значну мінливість числа падіння у 2016–2018 рр. визначено у RM-7, RM-5, RM-6, RM-10, RM-9 – $V = 55,2\text{--}23,6\%$, за незначної у стандарту Лісова пісня ($V = 3,3\%$) та RM-8 ($V = 5,9\%$) і середньої – інших RM-зразків – $13,3\text{--}17,3\%$.

Встановлено у 2016–2019 рр. середню варіабельність вмісту білка у RM-1, RM-3, RM-2, RM-4, RM-6 – $V = 15,4\text{--}10,2\%$, і незначну в інших радіомутантів ($V = 6,6\text{--}9,4\%$) та стандарту ($V = 8,7\%$). Досліджено незначні коефіцієнти варіації ($V = 1,9\text{--}6,8\%$) за вмістом у зерні крохмалю.

Висновки. Виділені спельтоподібні зразки RM-7, RM-5, RM-10 у яких, в середньому за 2016–2018 рр., визначили число падіння 239 с, 266 с і 287 с відповідно. Суттєве перевищення над стандартом Лісова пісня ($15,6\%$), у середньому за 2016–2019 рр., вмісту білка встановлено – RM-9 ($16,3\%$), RM-2, RM-4 ($16,1\%$) і RM-1 – $16,0\%$, а вмісту крохмалю – RM-6 ($67,3\%$).

Виділені спельтоподібні RM-зразки пшениці озимої залучені нами у селекційні програми Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Ключові слова: пшениця озима, радіомутанти, якість зерна, число падіння, вміст білка, вміст крохмалю, гомеостатичність, селекційна цінність.

Dolhalova Yu.A., Lozinskyi M.V., Yurchenko A.I., Ustynova H.L., Samoilik M.O. Formation of grain quality indicators in spelt-like Chernobyl radiomutants of winter wheat

The purpose. Determination of the falling number, protein and starch content in spelt-like Chernobyl radiomutants of winter wheat.

Materials and methods. Winter wheat, represented by 10 spelt-like radiomutants (RM-1–10), obtained as a result of chronic irradiation of crops in 1986 and self-sowing in 1987 in the 20-kilometer exclusion zone of the Chernobyl NPP, was studied under the conditions of a 10-field scientific crop rotation of the Bila Tserkva Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS. The experimental plots of each of the ten radiomutants of winter wheat had a registration area of 10 m² and were placed in three replications. Peas were previously grown in the field. Seed sowing was carried out with a SN-10C seeder at the optimal time for the crop. The Lisova Pisnia variety was used as a standard. The number of falling and the content of protein in the grain are class-forming indicators for wheat according to DSTU 3768:2019. The falling number, also called the Hagberg number or the Hagberg-Perten number, is also enshrined in international standards: ICC 107/1, ISO 3093-2009, AACCS 56-81B, was determined using the FN 1000 device, and the protein and starch content was determined using infrared spectroscopy (FOOS Infratec 1241 Grain Analyzer).

Results. Significant variability in the number of falls in 2016–2018 was determined in RM-7, RM-5, RM-6, RM-10, RM-9 – $V = 55.2\text{--}23.6\%$, with insignificant variability in the standard Lisova Pisnia ($V = 3.3\%$) and RM-8 ($V = 5.9\%$) and average variability in other RM-samples – $13.3\text{--}17.3\%$.

In 2016–2019, the average variability in protein content was established in RM-1, RM-3, RM-2, RM-4, RM-6 – $V = 15.4\text{--}10.2\%$, and insignificant variability in other radiomutants ($V = 6.6\text{--}9.4\%$) and the standard ($V = 8.7\%$). Insignificant coefficients of variation ($V = 1.9\text{--}6.8\%$) were studied for the content of starch in the grain.

Conclusions. The selected spelt-like samples RM-7, RM-5, RM-10, which, on average for 2016–2018, determined the falling number of 239 sec., 266 sec. and 287 sec., respectively. A significant excess over the standard Lisova pisnia (15.6%), on average for 2016–2019, the protein content was established – RM-9 (16.3%), RM-2, RM-4 (16.1%) and RM-1 – 16.0% , and the starch content – RM-6 (67.3%).

The selected spelt-like RM-samples of winter wheat were involved in the breeding programs of the Bila Tserkva Research and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS.

Key words: winter wheat, radiomutants, grain quality, falling number, protein content, starch content, homeostasis, breeding value.

ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНИКІВ І СТРОКІВ СІВБИ

КИРИЛЕНКО В.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8096-4488

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

ГУМЕНЮК О.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1147-088X

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

СІРОШТАН А.А. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3246-2907

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

СУДДЕНКО Ю.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-6586-1977

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

МУРАШКО Л.А.
orcid.org/0000-0002-0438-7682

Миронівський інститут пшениці імені В.М. Ремесла
Національної академії аграрних наук України

ДУБОВИК Н.С. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-1473-9565

Білоцерківський національний аграрний університет

САБАДИН В.Я. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-8397-8973

Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Впровадження нових, більш досконалих сортів сприяє зростанню врожайності, підвищенню адаптивності рослин до несприятливих умов, стійкості до шкідників і хвороб, а також покращенню якості продукції та збільшенню її виходу [1]. Кліматичні зміни, які ми спостерігаємо в останні роки, вимагають впровадження заходів для зменшення їх негативного впливу на продуктивність рослин, а також коригування окремих елементів технологічного процесу вирощування озимої пшениці. Необхідно застосовувати індивідуальний підхід до кожного поля, враховуючи біологічні особливості сортів та ґрунтово-кліматичні умови регіонів вирощування [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попередники та терміни сівби є ключовими аспектами агротехнології вирощування озимої пшениці [3, 4]. Дослідження, проведені в зоні Лісостепу, показали, що терміни сівби впливають на використання рослинами озимої пшениці всіх необхідних факторів для їхнього росту та розвитку, що забезпечує високу продуктивність [5–7]. Зміна термінів сівби завжди призводить до різких змін в умовах існування рослин, зокрема, таких важливих факторів, як вологість, температура повітря та ґрунту, а також тривалість світлового дня. Усі ці чинники суттєво впливають на інтенсивність росту та розвитку рослин, що, в свою чергу, позначається на продуктивності посівів [8–12].

В Україні, з огляду на зміни клімату в бік потепління, подовження осінньої вегетації рослин та збільшення

попередників під озиму пшеницю пізньозбиральними культурами, оптимальні строки сівби практично у всіх зонах змістились на 10–15 діб у бік пізніх термінів. Якщо в другій половині ХХ століття оптимальними строками сівби озимої пшениці в Центральному Лісостепу були 1–15 вересня [13], то на початку ХХІ століття вони змістились на 15–25 вересня [14].

Мета. Враховуючи сучасні наукові та практичні підходи в умовах зміни клімату і війни, а також потенціал урожайності новітніх сортів пшениці, важливою проблемою залишається пошук адаптивних методів впровадження, які сприятимуть збільшенню та стабілізації продуктивності цієї культури протягом років вирощування. Саме на це були спрямовані наші дослідження, актуальність і пріоритетність яких визначені завданнями наукових програм нашої установи.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП) протягом 2018/19–2020/21 рр. Об'єктом досліджень стали п'ять інноваційних сортів озимої пшениці миронівської селекції, а також два стандартних сорти: МІП Фортуна, МІП Лада, МІП Ювілейна, Аврора Миронівська, МІП Лакомка, Подолянка (стандарт) та Крейсер (стандарт для сорту твердої озимої пшениці). Досліди були проведені після двох попередників: сої та соняшнику. Сівбу проводили 25 вересня та 5 жовтня (з відхиленням у 1–3 дні).

Роки досліджень у центральній частині Лісостепу виявилися контрастними за кількістю

опадів, які нерівномірно розподілялися протягом місяців. Вологозабезпечення стало обмежуючим фактором, що вплинуло на реалізацію потенційної врожайності вивчених сортів. До посушливих років можна віднести 2018/19 та 2019/20 вегетаційні періоди. Сумарна кількість опадів у ці роки становила 519,5 мм та 382,4 мм відповідно. Таким чином, у 2018/19 р. випало 89,3 % опадів у порівнянні з середньобогаторічними показниками, тоді як у 2019/20 р. цей показник склав лише 65,7 %. Додатково, 2019/20 р. відзначався значним дефіцитом вологи в осінній період, який становив 43,7 мм або 33,1 % від середньобогаторічного значення. У 2020/21 р. сума опадів наблизилася до середньобогаторічної норми (582,0 мм) і склала 608,2 мм, що становить 104,5 %.

Результати досліджень. Отримані результати свідчать про те, що на активність наклювання насіння сортів озимої пшениці, вирощених у центральному Лісостепу, впливали як попередники, так і строки сівби. У 2020 р. значення цього показника посівних якостей насіння коливалися в межах 36–96 % та 20–86 % для першого строку сівби, а також 60–93 % і 23–90 % для другого строку сівби після попередників соя та соняшник відповідно. Серед досліджуваних зразків, висіяних після сої, сорти м'якої озимої пшениці МІП Лада і МІП Фортуна продемонстрували найвищу активність наклювання насіння за другий строк сівби – 92 % і 85 % відповідно, що на 12 % та 5 % перевищує стандарт Подолянка. За перший строк сівби сорт пшениці твердої озимої МІП Лакомка продемонстрував вищий показник, ніж стандарт Крейсер, становлячи 58 %. Рівень активності наклювання насіння озимої пшениці, висіяної після соняшнику, виявився дещо нижчим у порівнянні з насінням, висіяним після сої. При сівбі озимої пшениці після сої, цей показник коливався від 60 до 95 % за першого строку сівби та від 54 до 90 % за другого (рис. 1).

Проте лише сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка за другого строку сівби продемонстрував вищий відсоток наклювання насіння, ніж стандарт – 65 %, у той час як сорт Крейсер показав 60 %. Сорти

м'якої озимої пшениці МІП Фортуна за обома строками сівби та МІП Лада за другого строку сівби відповідали рівню стандарту Подолянка (95 % – перший строк та 90 % – другий строк). Серед досліджуваних сортів м'якої озимої пшениці, МІП Ювілейна та МІП Фортуна продемонстрували найвищу активність наклювання насіння – 9,0 % та 91,5 % відповідно, при сівбі 25 вересня. При сівбі цих сортів 5 жовтня було зафіксовано зниження цього показника на 4 %.

У сортів МІП Лада та Аврора Миронівська спостерігався вищий відсоток наклювання насіння під час другого строку сівби – 91,0 % та 66,0 % відповідно. Варто зазначити, що сорт пшениці твердої озимої МІП Лакомка доцільніше висівати 5 жовтня, оскільки в таких умовах активність наклювання насіння вища на 4,5 % у порівнянні з сівбою 25 вересня. Сорти м'якої озимої пшениці МІП Ювілейна та Аврора Миронівська продемонстрували вищу активність наклювання насіння – 85,0 % та 60,5 % відповідно – при сівбі 25 вересня. При сівбі цих сортів 5 жовтня спостерігалася зниження показників на 1,5 % та 19,0 % відповідно. Сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка рекомендується висівати 5 жовтня, оскільки в таких умовах насіння формує активність наклювання на 18 % вищу, ніж при сівбі 25 вересня. Дослідження показали, що попередники та строки сівби також впливають на енергію проростання насіння різних сортів озимої пшениці. У 2020 р. значення цього показника коливались у межах 90,0–98,0 % та 95,0–99,0 % для першого строку сівби, а також 80,0–98,0 % і 96,0–99,0 % для другого строку сівби після попередників соя та соняшник відповідно.

Сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка продемонстрував вищі результати за стандарт Крейсер у обох строках сівби (96,0 % – I строк, 85,0 % – II строк). Енергія проростання насіння для м'якої озимої пшениці Подолянка та твердої озимої пшениці Крейсер становила 98,0 % і 90,0 % відповідно за I строк сівби, а за II строк – 96,0 % і 80,0 %. Сорт МІП Фортуна показав найвищий показник – 99 %, тоді як сорт МІП Лада відповідав стандарту з показником 98 % за двома строками

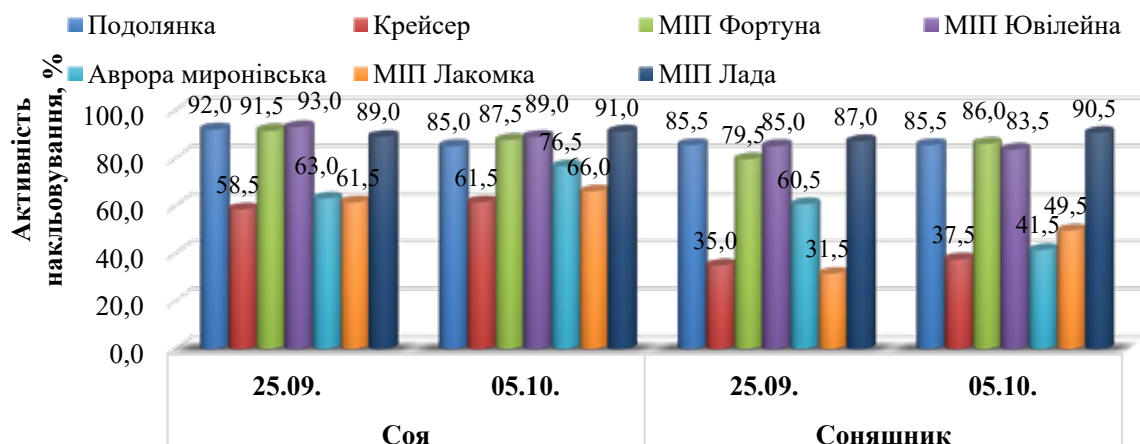


Рис. 1. Активність наклювання (%) насіння пшениці озимої залежно від попередників і строків сівби, (середнє за 2020 та 2021 р.)

сівби. МІП Лакомка перевищив сорт-стандарт на 1 % за перший строк сівби. При сівбі озимої пшениці після сої цей показник коливався від 72,0 до 99,0 % за першою датою сівби та від 91,0 до 97,0 % за другою датою. Сорт Аврора Миронівська відзначався найвищими значеннями енергії проростання для обох строків сівби (99,0 % – I строк та 95,0 % – II строк). Серед сортів м'якої озимої пшениці, висіяних після соняшнику, найвищу енергію проростання насіння за двома строками сівби показали МІП Лада (99,0 % – I строк, 98,0 % – II строк) та МІП Фортуна (98,0 % – I строк, 94,0 % – II строк) (рис. 2).

Сорт МІП Ювілейна показав вищу енергію проростання насіння при другій сівбі – 97,5 %, що на 1,5 % більше, ніж при першій сівбі. Сорт МІП Фортуна не виявив чутливості до зміни строків сівби, демонструючи однаковий показник у 97,0 % в обох випадках. Важливо зазначити, що сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка краще висівати 5 жовтня, оскільки в таких умовах насіння має енергію проростання на 2,5 та 4 % вищу, ніж при сівбі 25 вересня. У сортів м'якої озимої пшениці МІП Фортуна, МІП Ювілейна та МІП Лада зафіксовано високу енергію проростання насіння – 98,5; 96,0 та 98,5 % відповідно – при сівбі 25 вересня. Сорт Аврора Миронівська продемонстрував найвищий відсоток наклювання насіння під час другого строку сівби – 95,5 %, що на 0,5 % більше, ніж під час першого строку. Сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка краще висівати 5 жовтня, оскільки в таких умовах активність наклювання насіння вища на 1 % у порівнянні з сівбою 25 вересня. Варто зазначити, що така тенденція спостерігалася у цього сорту за обох попередників.

Отримані результати вказують на те, що на лабораторну схожість насіння сортів озимої пшениці впливали попередники та строки сівби в меншій мірі, ніж на активність наклювання. Варто зазначити, що сорт м'якої озимої пшениці МІП Лада мав найвищий показник схожості при сівбі в обидва строки – 99,0 %. При сівбі озимої пшениці після сої лабораторна схожість всіх досліджуваних сортів коливалася від 75,0 до 98,0 % за

першого строку сівби та від 90,0 до 97,0 % за другого. Серед сортів м'якої озимої пшениці, висіяних після соняшника, найвищу лабораторну схожість насіння за двох строків сівби продемонстрували сорти МІП Лада (99,0 % – I строк, 98,0 % – II строк) та МІП Фортуна (98,0 % – I строк, 94,0 % – II строк) (рис. 3).

У досліджуваного сорту м'якої озимої пшениці МІП Лада найвища лабораторна схожість насіння становила 96,0 %, що було зафіксовано при сівбі 25 вересня. При сівбі цього сорту 5 жовтня спостерігалася зниження показника на 0,5 %. Сорт МІП Ювілейна продемонстрував вищий відсоток лабораторної схожості під час другого строку сівби – 98,0 %, що на 2 % більше, ніж під час першого строку. Сорти МІП Фортуна та Аврора Миронівська не відреагували на зміну строків сівби, і в обох випадках їх показники становили 87,5 % та 97,0 % відповідно. Варто зазначити, що сорт твердої озимої пшениці МІП Лакомка краще висівати 5 жовтня, оскільки в таких умовах насіння має лабораторну схожість на 4 % вищу, ніж при сівбі 25 вересня.

У сортів м'якої озимої пшениці Подолянка, МІП Фортуна, Аврора Миронівська та МІП Лада було зафіксовано високу лабораторну схожість насіння – 97,5; 98,5; 96,5 та 99,0 % відповідно – при сівбі 25 вересня. При сівбі цих сортів 5 жовтня спостерігалася зниження показника на 2; 2; 0,5 та 0,5 % відповідно.

Висновки. Встановлено, що рівень активності наклювання озимої пшениці, висіяної після соняшнику, коливався в межах 31,5–87,0 % та 37,5–90,5 % для I та II строку сівби відповідно. У сортів м'якої озимої пшениці МІП Ювілейна та Аврора Миронівська було зафіксовано вищу активність наклювання насіння – 85,0 % та 60,5 % відповідно – при сівбі 25 вересня. У сортів МІП Лада та МІП Фортуна найбільший відсоток наклювання насіння спостерігався за II строку сівби – 90,5 % та 86,0 % відповідно, що на 3,5 % та 6,5 % відповідно перевищує показники I строку сівби.

Встановлено, що при сівбі озимої пшениці після соняшнику рівень енергії проростання коливався

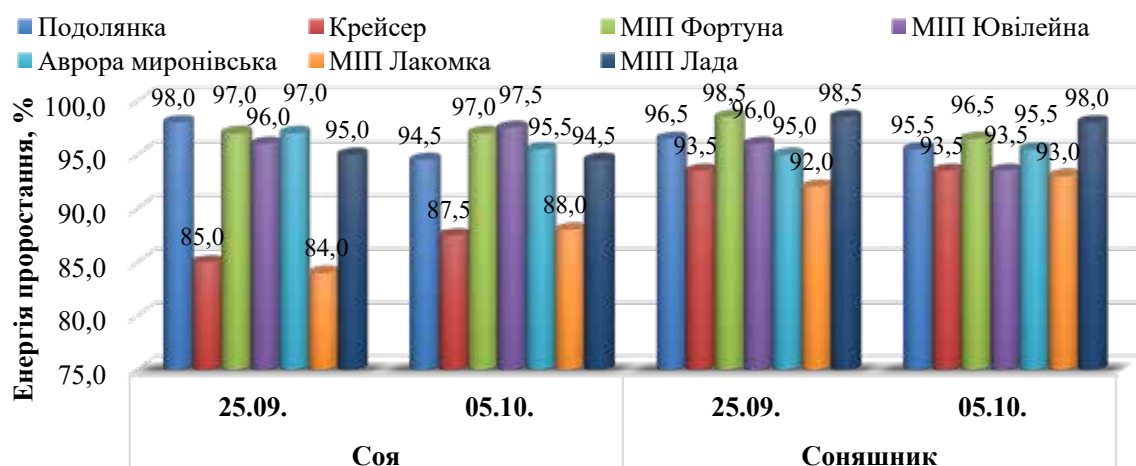


Рис. 2. Енергія проростання (%) насіння пшениці озимої залежно від попередників і строків сівби (2020, 2021 рр.)

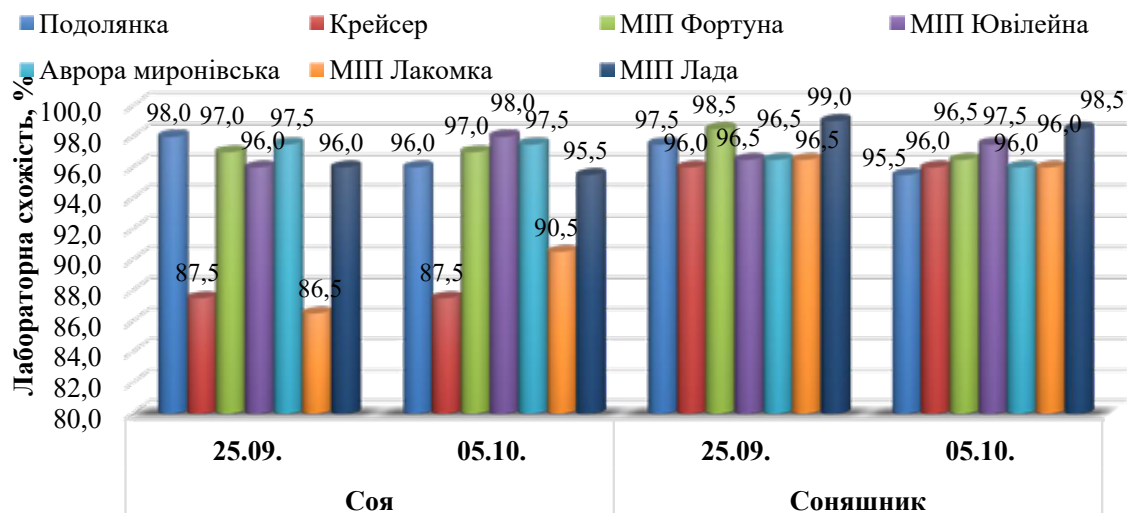


Рис. 3. Лабораторна схожість (%) насіння пшениці озимої залежно від попередників і строків сівби (2020, 2021 рр.)

в межах 92,0–98,5 % та 93,0–98,0 % для I та II строку сівби відповідно, що на 0,5–8 % і 0,5–5,5 % перевищує показники, отримані після сої. У сорту Аврора Миронівська найвищий відсоток наклювання насіння спостерігався за II строку сівби – 95,5 %, що на 0,5 % більше, ніж за I строку. За два роки спостережень середня енергія проростання насіння сортів озимої пшениці становила 84,0–98,0 % для I строку сівби та 87,5–97,5 % для II строку сівби після сої.

Дослідження показали, що у сортів м'якої озимої пшениці Подолянка, МІП Фортуна, Аврора Миронівська та МІП Лада вищий рівень лабораторної схожості насіння – 97,5; 98,5; 96,5 та 99,0 % відповідно – спостерігався при сівбі 25 вересня. При сівбі цих сортів 5 жовтня відзначено зниження показників на 2; 2; 0,5 та 0,5 % відповідно. Найвищий відсоток лабораторної схожості насіння за II строк сівби був у сорту МІП Ювілейна – 97,5 %, що на 1 % перевищує показник за I строк сівби. Сорт твердої озимої пшениці Крейсер продемонстрував лабораторну схожість насіння на рівні 87,5 % за обох строків сівби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Паламарчук В. Д., Доронін В. А., Колісник О. М., Алексєєв О. О. Основи насіннізнавства. Вінниця. 2022. 392 с.
- Балабух В. О., Однолєток Л. П., Кривошеїн О. О. Вплив зміни клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоди вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія*. 2017. № 3. С. 72–85.
- Бойко П., Мартинюк І., Цимбал Я. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 99 (3). С. 5–13.
- Бузинний М. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2015. № 2. С. 106–116.
- Ткачук В., Тимошук Т. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 98. (3). С. 38–44.
- Siroshstan A., Kavunets V., Derhachov O., Pykalo S., Ilchenko L. Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2021. № 9 (2). P. 76–82. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20210902.15>
- Демидов О. А., Дергачов О. Л., Сіроштан А. А., Кавунець В. П., Заїма О. А., Шевченко Т. В., Бордюк А. М. Вплив попередників та строків сівби на врожайність і посівні якості насіння пшениці м'якої озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. Вип. 75 (1). С. 46–55. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-4)
- Авраменко С. В. Урожайність пшениці озимої залежно від комплексу агротехнічних прийомів вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 5 (711). С. 23–25.
- Гордіна О. Ю. Особливості розвитку рослин пшениці озимої в осінньо-зимовий період вегетації залежно від передпосівної обробки насіння. *Новітні агротехнології*. 2021. № 9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.257353>
- Мединець В. Д. Погляд на витривалість зимових культур та їх сортів до зимових стресів. *Scientific Progress & Innovations*. 2006. № 1. С. 5–10.
- Ткачук В. П., Тимошук Т. М. Вплив строків сівби на продуктивність пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3 (804). С. 38–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05>
- Свидинюк І. М. Наукові основи формування високпродуктивних посівів зернових колосових культур в інтенсивних технологіях. *Посібник українського хлібороба*. 2010. С. 166–179.
- Байба І. М., Рудюк Д. В., Марчук Д. О., Стоцька С. В. Вплив сортових особливостей на зимостійкість

пшениці озимої. *Ефективність агротехнологій в зоні Полісся України: матеріали III Всеукраїнської конференції*. 2023. С. 124.

14. Технологія виробництва сертифікованого насіння пшениці озимої. Метод. Рекомендації. За ред. В. В. Моргуна. К., 2013. 112 с.

REFERENCES:

1. Palamarchuk V. D., Doronin V. A., Kolisnyk O. M., Aliksieiev O. O. (2022). *Osnovy nasinnieznavstva*. [Fundamentals of seed science (theory, methodology, practice)]. Vinnytsia. 392. [in Ukrainian]
2. Balabukh V. O., Odnolietok L. P., Kryvoshein O. O. (2017). Vplyv zminy klimatu na produktyvnist ozymoi pshenytsi v Ukraini u periody vehetatsiinoho tsyklu. [The impact of climate change on the productivity of winter wheat in Ukraine during the growing season]. *Hidrolohiia, hidrokhiimiia i hidro ekolohiia – Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 3. 72–85. [in Ukrainian]
3. Boiko P., Martyniuk I., Tsymbal Ya. (2021). Stanovlennia sivozminnykh pryntsypiv u systemakh zemlerobstva. [Establishment of crop rotation principles in farming systems]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. 99. 3. 5–13. [in Ukrainian]
4. Buzynnyi M. V. (2015). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezno vid poperednykiv. [Productivity of winter wheat depending on predecessors]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru Instytut zemlerobstva NAAN – Collection of scientific works of the National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS"* 2. 106–116. [in Ukrainian]
5. Tkachuk V., Tymoshchuk T. (2020). Vplyv strokiv sivy na produktyvnist pshenytsi ozymoi. [Influence of sowing dates on winter wheat productivity]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. 98. 3. 38–44. [in Ukrainian]
6. Siroshthan A., Kavunets V., Derhachov O., Pykalo S., Ilchenko L. (2021). Yield and sowing qualities of winter bread wheat seeds depending on the preceding crops and sowing dates in the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 9 (2). 76–82. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ajaf.20210902.15>
7. Demydov O. A., Derhachov O. L., Siroshthan A. A., Kavunets V. P., Zaima O. A., Shevchenko T. V., Bordiuh A. M. (2024). [Vplyv poperednykiv ta strokiv sivy na vrozhaunist i posivni yakosti nasinnia pshe-nytsi miakoi ozymoi]. Influence of predecessors and sowing dates on the yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and stockbreeding*. 75 (1). 46–55. DOI: [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-1-4) [in Ukrainian]
8. Avramenko S. V. (2012). Urozhaunist pshenytsi ozymoi zalezno vid kompleksu ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia. [Yield of winter wheat depending on the complex of agrotechnical methods of cultivation]. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. 5 (711). 23–25. [in Ukrainian]
9. Hordyna O. Yu. (2021). Osoblyvosti rozvytku roslyn pshenytsi ozymoi v osinno-zymovyi period vehetatsii zalezno vid peredposivnoi obrobky nasinnia. [Peculiarities of development of winter wheat plants in autumn-winter vegetation period depending on pre-sowing seed treatment]. *Novitni ahrotekhnolohii – The latest agricultural technologies*. 9. <https://doi.org/10.47414/na.9.2021.257353> [in Ukrainian]
10. Medynets V. D. (2006). Pohliad na vytryvalist zymovykh kultur ta yikh sortiv do zymovykh stresiv. [A look at the resistance of winter crops and their varieties to winter stress]. *Scientific Progress & Innovations*. 1. 5–10. [in Ukrainian]
11. Tkachuk V., Tymoshchuk T. (2020). [Vplyv strokiv sivy na produktyvnist pshenytsi ozymoi]. Influence of terms of sowing on the productivity of winter wheat. *Visnyk ahraryoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*. 3 (804). 38–44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-05> [in Ukrainian]
12. Svydyniuk I. M. (2010). Naukovi osnovy formuvannia vysokoproduktyvnykh posiviv zernovykh kolosovykh kultur v intensyvnykh tekhnolohiiah. [Scientific basis for the formation of highly productive crops of spiked cereals in intensive technologies]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba – Manual of the Ukrainian farmer*. 166–179. [in Ukrainian]
13. Baiba I. M., Rudiuk D. V., Marchuk D. O., Stotska S. V. (2023). Vplyv sortovykh osoblyvostei na zymostiikist pshenytsi ozymoi. [Influence of varietal characteristics on winter hardness of winter wheat]. *Efektivnist ahrotekhnolohii v zoni Polissia Ukrainy: materialy III Vseukrainskoi*. 124. [in Ukrainian]
14. Tekhnolohiia vyrobnytstva sertyfikovanoho nasinnia pshenytsi ozymoi [Technology for the production of certified winter wheat seeds]. Metod. Rekomendatsii. Za red. V. V. Morhuna. K., 2013. 112. [in Ukrainian]

Кириленко В.В., Гуменюк О.В., Сіроштан А.А., Судденко Ю.М., Мурашко Л.А., Дубовик Н.С., Сабадин В.Я. Посівні якості насіння пшениці озимої залежно від впливу попередників і строків сівби

Мета. Враховуючи сучасні наукові та практичні підходи в умовах зміни клімату і війни, а також потенціал урожайності новітніх сортів пшениці, важливою проблемою залишається пошук адаптивних методів впровадження, які сприятимуть збільшенню та стабілізації продуктивності цієї культури протягом років вирощування. Саме на це були спрямовані наші дослідження, актуальність і пріоритетність. Матеріали. Дослідження проводилися в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП) протягом 2018/19–2020/21 рр. Об'єктом досліджень стали п'ять інноваційних сортів озимої пшениці миронівської селекції, а також два стандартних сорти: МІП Фортуна, МІП Лада, МІП Ювілейна, Аврора Миронівська, МІП Лакомка, Подолянка (стандарт) та Крейсер (стандарт для сорту твердої озимої пшениці). Досліди були проведені після двох попередників: сої та соняшнику. Сівбу проводили 25 вересня та 5 жовтня (з відхиленням у 1–3 дні). Результати. Отримані результати свідчать про те, що на активність наклювання насіння сортів озимої пшениці, вирощених у центральному Лісостепу, впливали як попередники, так і строки сівби. Умови Центрального Лісостепу України виявили сприятливими для формування насіння з високими посівними якістьми пшениці озимої. Визначено вплив попередників і строків сівби на посівні якості насіння пшениці озимої. Однак, цей вплив на енергію проростання та лабораторну схожість був менш виражений, порівняно з активністю наклювання насіння. Висновки. В Центральному Лісостепу

за попередника соя сорт МІП Ювілейна краще висівати 5 жовтня, а Аврора Миронівська – незалежно від строку сівби. За таких умов посівні якості насіння зазначених сортів були найвищі. Сорти МІП Фортуна та МІП Лада найкраще зарекомендували себе за I строку. За два роки спостережень середня енергія проростання насіння сортів озимої пшениці становила 84,0–98,0 % для I строку сівби та 87,5–97,5 % для II строку сівби після сої.

Ключові слова: рік, сорт, дата сівби, активність наклювання, енергія проростання, схожість.

Kyrylenko V.V., Humeniuk O.V., Siroshstan A.A., Suddenko Yu.M., Murashko L.A., Dubovyk N.S., Sabadyn V.Ya. Sowing qualities of seeds under the influence of predecessors and sowing dates in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine

Objective. Given the current scientific and practical approaches in the context of climate change and war, as well as the yield potential of the latest wheat varieties, an important problem is the search for adaptive methods of implementation that will help increase and stabilize the productivity of this crop during the years of cultivation. This is what our research was aimed at, its relevance and priority. **Materials and methods.** The research was conducted at the V. M. Remeslo Myronivka institute of wheat national academy of agrarian sciences of Ukraine (MIW) during 2018/19–2020/21. The object of research was five innovative varieties of winter wheat of Myronivka

selection, as well as two standard varieties: MIP Fortuna, MIP Lada, MIP Yuvileina, Aurora Myronivska, MIP Lakomka, Podolianka (standard) and Creiser (standard for durum winter wheat). The experiments were conducted after two predecessors: soybean and sunflower. Sowing was carried out on September 25 and October 5 (with a deviation of 1–3 days). **Results.** The results obtained indicate that the activity of seed pecking of winter wheat varieties grown in the Central Forest-Steppe was influenced by both predecessors and sowing dates. The conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine were found to be favorable for the formation of seeds with high sowing qualities of winter wheat. The influence of predecessors and sowing dates on the sowing qualities of winter wheat seeds was determined. However, this effect on germination energy and laboratory germination was less pronounced compared to the activity of seed setting. **Conclusions.** In the Central Forest-Steppe, the soybean variety MIP Yuvileina is best sown on October 5, and Aurora Myronivska – regardless of the sowing date. Under such conditions, the sowing qualities of the seeds of these varieties were the highest. The varieties MIP Fortuna and MIP Lada proved to be the best in the first term. Over two years of observations, the average germination energy of winter wheat seeds was 84.0–98.0 % for the first sowing term and 87.5–97.5 % for the second sowing term after soybeans.

Key words: year, variety, sowing date, pecking activity, germination energy, germination rate.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТРИХОГРАМИ АГРОДРОНАМИ

КРАВЧЕНКО Н.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-6072-2652

Сумський національний аграрний університет

ПОДГАЄЦЬКИЙ А.А. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-7235-9413

Сумський національний аграрний університет

ГНІТЕЦЬКИЙ М.О. – доктор філософії за спеціальністю 201 – Агрономія, доцент
orcid.org/0000-0002-8088-2677

Сумський національний аграрний університет

КЛЮЧЕВИЧ М.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-2711-2566

Державний університет «Житомирська політехніка»

МОЖАРІВСЬКА І.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-0564-4457

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЖАЛДАК Д.С. – студентка факультету агротехнологій та природокористування
orcid.org/0009-0004-4474-5108

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Проблема захисту сільськогосподарських культур від шкідників є однією з ключових у сучасному землеробстві. Протягом багатьох десятиліть основним інструментом боротьби з шкідливими комахами були хімічні інсектициди. Вони забезпечували швидкий та високий рівень знищення шкідників, що сприяло зростанню врожайності. Однак, накопичений досвід та численні наукові дослідження [1-2] переконливо доводять, що надмірне та часто нераціональне застосування хімічних засобів захисту рослин має глибокі та довготривалі негативні наслідки, як для агроєкосистеми, так і для довкілля в цілому та здоров'я людини.

Метою нашого дослідження є надання інформації щодо оптимізації використання трихограми, як запоруки екологічної альтернативи хімічним інсектицидам агродронами.

Матеріали та методи. Сучасні біологічні методи, застосовувані для захисту сільськогосподарських культур від шкідників: біологічний метод (застосування ентомофагів) та препаратів на основі продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Активні речовини пестицидів та продукти їх розпаду накопичуються у ґрунті, водних об'єктах, атмосфері, спричиняючи токсичний вплив на нецільові організми та руйнуючи природні екосистеми [4-7].

Постійне застосування одних і тих же хімічних препаратів призводить до розвитку стійкості у популяціях шкідників, що вимагає збільшення норм внесення, або переходу на більш токсичні сполуки, створюючи так звану «пестицидну спіраль» [3].

Хімічні інсектициди часто мають широкий спектр дії та знищують не лише шкідників, але й їх природних ворогів (хижаків та паразитів), а також запилювачів, порушуючи природні механізми регуляції чисельності шкідників в агроценозах [6-8].

Залишкова кількість пестицидів у сільськогосподарській продукції становлять пряму загрозу для здоров'я

споживачів [9-10]. Населення, яке споживає забруднену продукцію, саме пестицидами, наражається на ризик розвитку різноманітних захворювань.

Біологічний метод захисту культурних рослин від шкідників і хвороб в основі має використання паразитичних комах (ентомофагів), кліщів (акарифагів), нематод, птахів, ссавців для зниження чисельності шкідливих організмів (проти шкідників сільськогосподарських культур), і біопрепаратів, заснованих на продуктах життєдіяльності мікроорганізмів (проти шкідників і хвороб сільськогосподарських культур) [11-13]. Наразі даний напрямок є дуже актуальним, бо у світі весь час зростає попит на органічну продукцію [14-15]. Даний метод боротьби зі шкідниками й хворобами відрізняється тим, що є безпечним для навколишнього середовища й людини, має ряд переваг у порівнянні із застосуванням хімічних препаратів.

Розвиток та широке впровадження біологічних методів захисту рослин набуває стратегічного значення [15-17]. Одним з найбільш ефективних та досліджених напрямків біологічного контролю є використання ентомофагів – комах, які у природі є ворогами шкідників. Серед них особливої уваги заслуговують яйцеїди роду *Trichogramma*.

Результати досліджень. Проаналізувавши ефективність та доцільність використання трихограми, як екологічно безпечної альтернативи хімічним інсектицидам в умовах сучасного сільського господарства (Рис. 1).

В останні роки значного поширення набуло внесення трихограми за допомогою агродронів (сільськогосподарських безпілотних літальних апаратів). Цей метод має низку суттєвих переваг [18]:

- **висока точність та рівномірність внесення:** дрони дозволяють точно контролювати висоту польоту, швидкість та маршрут, забезпечуючи рівномірний розподіл біопрепарату по всій площі поля. Це критично



Рис. 1. Трихограма бура /*Trichogramma evanescens*/

важливо для того, щоб трихограма якомога швидше знайшла яйцекладки шкідників;

- **оперативність та швидкість обробки** агродрони здатні обробляти значні площі за короткий проміжок часу, що дозволяє здійснити внесення трихограми своєчасно, на початку яйцекладки шкідника, коли її ефективність є найвищою;

- **можливість обробки полів зі складною конфігурацією та рельєфом:** дрони можуть легко облітати перешкоди (лісосмуги, лінії електропередач) та працювати на полях з нерівним рельєфом, де застосування наземної техніки або традиційної авіації ускладнене або неможливе;

- **мінімізація пошкодження рослин:** на відміну від наземної техніки, дрони не контактують з посівами, що виключає механічні пошкодження рослин;

- **економія ресурсів:** внесення дронами дозволяє оптимізувати норму витрати біопрепарату та пального;

- **безпека для персоналу:** оператор дрона знаходиться на безпечній відстані від оброблюваної ділянки (фото 1).

Ефективність внесення трихограми агродронами значно вища порівняно з традиційними методами за рахунок точності та своєчасності. Дрони дозволяють доставляти трихограму безпосередньо в осередок шкідника, забезпечуючи максимальний контакт з яйцекладками. Це призводить до більш високого відсотка паразитування яєць та, як наслідок, ефективнішого зниження чисельності шкідника. Таким чином, внесення трихограми за допомогою агродронів є найбільш доцільним та перспективним методом в умовах інтенсивного землеробства, що забезпечує високу ефективність біозахисту та сприяє оптимізації виробничих процесів [19].

Доцільність використання дронів для внесення трихограми очевидна, особливо на великих площах, полях зі складною логістикою, або при необхідності швидкої реакції на появу шкідника. Незважаючи на початкові інвестиції у придбання, або послуги дронів, підвищення ефективності біозахисту та потенційне зниження втрат урожаю роблять цей метод економічно виправданим.



Фото. 1. Обробка полів агродроном (автор Жалдак Д.С.)

Дозування (норма випуску) трихограми визначається індивідуально для кожного конкретного випадку і залежить від наступних факторів:

- **Вид культури:** різні культури мають різну будову рослин та привабливість для шкідників, що впливає на пошукову активність трихограми.

- **Вид та щільність популяції шкідника:** чим вища чисельність шкідника та його яйцекладок, тим більшою має бути норма випуску трихограми для забезпечення ефективного контролю.

- **Фенологічна фаза шкідника та культури:** внесення трихограми повинно збігатися з періодом масової яйцекладки шкідника.

- **Погодні умови:** за несприятливих умов норму випуску можуть коригувати в бік збільшення.

- **Якість біопрепарату:** життєздатність та активність трихограми у партії біопрепарату прямо впливають на необхідну норму внесення.

Як правило, норми внесення трихограми варіюються в широких межах, від 50 до 300 тисяч особин на гектар, а в окремих випадках і більше.

Кратність внесення трихограми також залежить від тривалості періоду яйцекладки шкідника та генерації трихограми. Оскільки трихограма живе у польових умовах лише кілька днів, а яйцекладка шкідників може бути розтягнутою у часі, для забезпечення постійної присутності паразита на полі та ефективного контролю чисельності шкідника зазвичай здійснюють **2–3 випуски трихограми за покоління шкідника** з інтервалом 5–10 днів (залежно від температури та швидкості розвитку трихограми та шкідника) (Рис. 2).



Рис. 2. Трихограма

- **Перший випуск:** проводиться на початку яйцекладки шкідника, коли з'являються перші яйцекладки.
- **Другий випуск:** здійснюється у період масової яйцекладки шкідника.
- **Третій випуск (за необхідності):** проводиться через 5–10 днів після другого, якщо літ та яйцекладка шкідника тривають або спостерігається висока чисельність шкідника.

Ефект та доцільність такого підходу: Багаторазове внесення трихограми дозволяє створити та підтримувати на полі достатньо високу щільність популяції паразита протягом усього періоду яйцекладки шкідника. Це забезпечує максимальний відсоток паразитування яєць, запобігає розвитку шкідливих личинок та ефективно контролює чисельність шкідника протягом вегетаційного сезону. Доцільність такого підходу полягає у забезпеченні надійного біологічного захисту, який є екологічно безпечним, не призводить до формування резистентності та дозволяє отримувати чисту від хімікатів продукцію. Незважаючи на необхідність кількох обробок, загальна ефективність контролю шкідників та збереження екологічної рівноваги роблять використання трихограми доцільним та перспективним напрямком у сучасному сільському господарстві (табл. 1).

Трихограма знешкоджує озиму, бавовняну, дику, капустяну й інші види совок, капустяну й ріпну білянку, капустяну міль, кукурудзяного метелика, яблуневу плодожерку, листогризучих шкідників саду й багатьох інших шкідників с.-г. культур (більш 60 видів). Найбільша активність трихограми є при температурі від 18 до 30 градусів і відносної вологості повітря від 60 до 95%. Використовують її в 2–3 строки: перший – на початку яйцекладки кожного покоління шкідника, другий – у період масової яйцекладки й третій через 5–10 днів після другого. Випуск трихограми необхідно проводити в ранковий, або вечірній час у суху, безвітряну, теплу погоду [6, 19, 20].

Висновки. Отже, зважаючи на той факт, що Україна останнім часом займає лідируючі позиції в Європі за темпами розвитку органічного землеробства, біологічний метод захисту польових культур від комплексу шкідочинних організмів набуває мега актуальності. Сучасні способи біологічного захисту за своєю дієвістю та ефективністю не лише не поступаються синтетичним хімічним пестицидам, а часто навіть переважають їх, особливо за рахунок високої селективності та екологічної толерантності до макро і мікробіоти.

Хімічні засоби захисту рослин, незважаючи на їхню ефективність у швидкому знищенні шкідників, мають значні негативні наслідки для довкілля, біорізноманіття, якості продукції та здоров'я людини, включаючи формування резистентності у шкідників.

Трихограма є цінним біологічним агентом, який ефективно контролює чисельність багатьох видів лускокрилих шкідників шляхом паразитування їхніх яєць, знищуючи шкідника до моменту завдання ним шкоди.

Сучасні технології, зокрема використання агродронів для внесення трихограми, значно підвищують точність, оперативність та загальну ефективність біологічного захисту.

Оптимальне зберігання, правильне визначення дозування та кратності внесення трихограми є критично важливими факторами для досягнення максимальної ефективності біопрепарату.

Порівняльний аналіз свідчить про суттєві переваги біопрепаратів на основі трихограми над хімічними

Таблиця 1

Порівняльна характеристика біопрепарату на основі трихограми та хімічних препаратів

Критерій порівняння	Біопрепарат (Трихограма)	Хімічні препарати
Принцип дії	Паразитування яєць шкідника	Токсична дія на різні стадії шкідника
Вплив на навколишнє середовище	Екологічно безпечний, не забруднює	Часто токсичний, забруднює ґрунт, воду, повітря
Вплив на корисну ентомофауну	Безпечний (за умови видової специфіки)	Часто спричиняє загибель корисної фауни
Формування резистентності	Не спостерігається	Високий ризик формування стійкості
Залишкові явища	Відсутні	Можлива наявність токсичних залишків
Безпека для людини	Повністю безпечний	Може бути небезпечним при неправильному використанні
Спектр дії	Специфічний до певних видів шкідників	Часто широкий, неспецифічний
Вартість	Може бути нижчою при системному використанні	Варіюється, потребує регулярних витрат

інсектицидами з точки зору екологічної безпеки, відсутності залишкових явищ та впливу на корисну ентомофауну.

Використання трихограми є доцільним, економічно виправданим у довгостроковій перспективі та відповідає принципам сталого розвитку та органічного сільського господарства.

Темпи розвитку органічного сегменту у сучасних інтегрованих системах захисту рослин дозволяють використовувати трихограму, як агрохолдингам, так і фермерським господарствам. Вирішальним чинником для їх вибору в боротьбі, наприклад, зі стебловим метеликом на кукурудзі є її вартість. Так, її ціна у 7–10 разів менша, ніж вартість найпопулярніших зараз інсектицидів. На жаль, щодо застосування ентомофага останнім часом виникають серйозні проблеми: через недотримання вимог, щодо вирощування й зберігання трихограми її ефективність не відповідає очікуванням аграріїв. Цим і можемо пояснити зниження рівня її використання.

Отже, застосування трихограми потребує дотримання технологій, що містять комплекс технічних та організаційних складових, завдяки яким є можливість одержати бажані результати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Анішин Л.В. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2004. Київ. № 10. С. 48.
- Бурсела М. Сучасні агроекологічні і соціальні аспекти хімізації сільського господарства. *Пропозиція*. 1995. Київ. (1-2), С. 17-18.
- Дяченко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С. Основи біологічного методу захисту рослин. Київ : Урожай, 1990. 268 с.
- Ключенко В.В. Вплив мікробних препаратів на продуктивність та якість зерна пшениці озимої в агро-кліматичних умовах Степового Криму. *Екологія*. Наукові праці. 2011. (140). Том. 152. С. 33-36.
- Домарацький Є.О., Домарацький О.О., Козлова О.П. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід'ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур. *Сучасний рух науки: 2019*: матеріали V Міжн. наук.-практ. конф.; 7-8 лютого 2019 р. Дніпро: С. 202-206.
- Лихочвор В.В. Біологічне рослинництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.
- Косолап М.П. Гербологія. Київ: Арістей, 2004. 364 с.
- Лапа О.М. Технологія вирощування та захисту саду. Київ, 2016. 96 с.
- Лапа О.М. Екологічно безпечні інтенсивні технології вирощування та захисту овочевих культур. Київ, 2016. 282 с.
- Методики випробування і застосування пестицидів / за редакцією професора С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 446 с.
- Мовчан О.М. Карантинні шкідливі організми. Частина 1. Київ: Світ, 2001. 284 с.
- Пересипкін В.Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ: Аграрна освіта, 2000. 415 с.
- Писаренко В.М. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава: Інтерграфіка, 2002. 353 с.
- Саблук В.Т. Шкідники сходів цукрових буряків. Київ: Світ, 2002. 183 с.
- Сайко В.Ф. Технологія вирощування та захисту зернових культур. Київ, 2006. 286 с.
- Сільськогосподарська ентомологія / за ред. Б.М. Литвинова, М.Д. Євтушенко. Київ: Вища освіта, 2005. 511 с.
- Інтегрований захист рослин / В.М. Писаренко та ін. Полтава, 2020. 247 с.
- Жалдак Д. С., Кравченко Н. В., Ключевич М. М., Можарівська І.А. Екологічна біотехнологія та агродрони. *Проблеми та досягнення сучасної біотехнології 2025 рік* матеріали V Міжн. наук.-практ. конф., 28 березня 2025 р. м. Харків. НФаУ. 2025. С. 173-174.
- Прецизійні фітотехнології в агропромисловому комплексі України / Л. В. Анісевич, Д. Г. Войтюк, С. М. Вигера, Н. І. Адамчук, Ф. М. Захарін, С. О. Пономаренко, М. М. Ключевич : монографія. Київ : НУБіП України. 2019. 798 с.
- Природоохоронно-економічні аспекти гармонізації виробництва фітопродукції в Україні згідно стандартів ЄС / С. М. Вигера, Д. Т. Гентош, М. М. Ключевич, С. Г. Столяр. Аграрна політика Європейського Союзу: виклики та перспективи : монографія / за ред. проф. Т. О. Зінчук. Київ : «Центр учбової літератури». 2019. С. 432-443.

REFERENCES:

- Anishyn L.V. (2004). Vitchyzniani biolohichno aktivni preparaty prosiatsia na polia Ukrainy. [Domestic biologically active drugs are begging for the fields of Ukraine]. *Propozytsiia*. 2004. № 10 Kyiv, S. 48 [in Ukrainian].
- Bursela M. (1995). Suchasni ahroekolohichni i sotsialni aspekty khimizatsii silskoho hospodarstva. [Modern agroecological and social aspects of chemicalization of agriculture]. *Propozytsiia*. 1995. № 1-2, Kyiv, S. 17-18 [in Ukrainian].
- Diachenko M.P., Padii M.M., Shelestova V.S. (1990) Osnovy biolohichnoho metodu zakhystu roslin. [Fundamentals of the biological method of plant protection] 1990 Kyiv: Urozhay, s. 268 [in Ukrainian].
- Kliuchenko V.V. (2011). Vplyv mikrobykh preparativ na produktyvnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v ahro-klimatichnykh umovakh Stepovoho Krymu. [The influence of microbial preparations on the productivity and quality of winter wheat grain in the agro-climatic conditions of the Steppe Crimea. Ecology. Scientific works]. 2011, (140), Vol. 152. S. 33-36 [in Ukrainian].
- Domaratskyi Ye.O., Domaratskyi O.O., Kozlova O.P. Stymuliatory rostu ta kombinovani preparaty biolohichnoho pokhodzhennia yak nevidiemnyi element ekolohizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia tekhnichnykh kultur. [Growth stimulants and combined preparations of biological origin as an integral element of greening the technology of growing industrial crops. Modern movement of science: abstracts of the report of the V international scientific and practical internet conference, February 7-8, 2019]. Dniro. s. 202-206. [in Ukrainian].
- Lykhochvor V.V. (2004). Biolohichne roslynnytstvo. [Biological crop production. Lviv: Scientific and Technological Research Foundation «Ukrainian Technologies»]. 2004, s. 312 [in Ukrainian].
- Kosolap M.P. (2004). Herbolohiia. [Herbology]. Kyiv: Aristei. s. 364 [in Ukrainian].

8. Lapa O.M. (2016). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta zakhystu sadu. [Technology of growing and protecting the garden]. Kyiv. s. 96. [in Ukrainian]
9. Lapa O.M. (2016). Ekolohichno bezpechni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia ta zakhystu ovochevykh kultur. [Ecologically safe intensive technologies of growing and protecting vegetable crops]. 2016. Kyiv. s. 182. [in Ukrainian]
10. Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Methods of testing and applying pesticides] edited by Professor S.O. Trybel. (2001). Kyiv: Svit. 446 s. [in Ukrainian].
11. Movchan O.M. (2002). Karantynni shkidlyvi orhanizmy. Chastyna 1 [Quarantine harmful organisms]. Part 1. 2002. Kyiv: Svit, 284 s. [in Ukrainian].
12. Peresypkin V.F. (2000). Silskohospodarska fitopatolohiia. [Agricultural phytopathology]. 2000. Kyiv: Agrarian education. 415 s. [in Ukrainian].
13. Pysarenko V.M. (2002). Zakhyst roslyn: ekolohichno obgruntovani systemy. [Plant protection: ecologically sound systems]. 2002. Poltava: Intergrafika. s. 353. [in Ukrainian].
14. Sabluk V.T. (2002). Shkidnyky skhodiv tsukrovykh buriakiv [Pests of sugar beet seedlings]. Kyiv: Svit. 183 s. [in Ukrainian].
15. Saiko V.F. (2006). Tekhnolohiia vyroshchuvannia ta zakhystu zernovykh kultur. [Technology of growing and protecting grain crops]. 2006, Kyiv. s. 28 [in Ukrainian].
16. Silskohospodarska entomolohiia. [Agricultural entomology] (2005). /edited by B.M. Lytvynova, M.D. Yevtushenko. Kyiv: Higher Education. s. 511. [in Ukrainian].
17. Pysarenko V.M., Pishchalenko M. A., Pospelova G. D., Gorb O. O., Kovalenko N. P., Sherstyuk O. M. (2020). Intehrovanyi zakhyst roslyn [INTEGRATED PLANT PROTECTION]. 2020. Poltava. 247 s. [in Ukrainian]
18. Zhaldak D. S., Kravchenko N. V., Kliuchevych M. M., Mozharivska I. A. Ekolohichna biotekhnolohiia ta ahrodrony. [Ecological biotechnology and agricultural drones. Problems and achievements of modern biotechnology 2025 materials V International scientific and practical conference, March 28, 2025], Kharkiv. National University of Science and Technology. s. 173-174. [in Ukrainian]
19. Pretsyziini fitotekhnolohii v ahropromyslovomu kompleksi Ukrainy. [Precision phytotechnologies in the agro-industrial complex of Ukraine] / L. V. Aniskevych, D. H. Voitiuk, S. M. Vyhera, N. I. Adamchuk, F. M. Zakharin, S. O. Ponomarenko, M. M. Kliuchevych : monohrafiia (2019). Kyiv: NUBiP of Ukraine 2019. 798 s. [in Ukrainian].
20. Pryrodokhoronno-ekonomichni aspekty harmonizatsii vyrobnytstva fitoproduktii v Ukraini zghidno standartiv YeS. [Environmental and economic aspects of harmonizing the production of phytoproducts in Ukraine according to EU standards] / S. M. Vyhera, D. T. Hentosh, M. M. Kliuchevych, S. H. Stoliar. Ahrarna polityka Yevropeiskoho Soiuzu: vyklyky ta perspektyvy : monohrafiia / za red. prof. T. O. Zinchuk. Kyiv : «Tsent uchbovoi literatury» (2019). S. 432-443. [in Ukrainian].

Кравченко Н.В., Подгасцький А.А., Гнітецький М.О., Ключевич М.М., Можарівська І.А., Жалдак С.І. Ефективність використання трихограми агродронами

Активні речовини пестицидів та продукти їх розпаду накопичуються у ґрунті, водних об'єктах, атмосфері, спричиняючи токсичний вплив на нецільові організми та руйнуючи природні екосистеми.

Постійне застосування одних і тих же хімічних препаратів призводить до розвитку стійкості у популяціях шкідників, що вимагає збільшення норм внесення або переходу на більш токсичні сполуки, створюючи так звану «пестицидну спіраль».

Хімічні інсектициди часто мають широкий спектр дії та знищують не лише шкідників, але й їх природних ворогів (хижаків та паразитів), а також запилювачів, порушуючи природні механізми регуляції чисельності шкідників в агроценозах.

Залишкова кількість пестицидів у сільськогосподарській продукції становлять пряму загрозу для здоров'я споживачів.

Біологічний метод захисту культурних рослин від шкідників і хвороб в основі має використання паразитичних комах (ентомофагів), кліщів (акарифагів), нематод, птахів, ссавців для зниження чисельності шкідливих організмів (проти шкідників сільськогосподарських культур), і біопрепаратів, заснованих на продуктах життєдіяльності мікроорганізмів (проти шкідників і хвороб сільськогосподарських культур). Наразі даний напрямок є дуже актуальним, бо у світі весь час зростає попит на органічну продукцію. Даний метод боротьби зі шкідниками й хворобами різниться тим, що є безпечним для навколишнього середовища й людини, має ряд переваг у порівнянні із застосуванням хімічних препаратів.

Розвиток та широке впровадження біологічних методів захисту рослин набуває стратегічного значення. Одним з найбільш ефективних та досліджених напрямків біологічного контролю є використання ентомофагів – комах, які у природі є ворогами шкідників. Серед них особливої уваги заслуговують яйцеїди роду *Trichogramma*.

Ключові слова: біотехнологія, екологія, інсектициди, захист рослин, біопрепарати, біологічний контроль.

Kravchenko N.V., Podhayetskyi A.A., Hnietetskyi M.O., Klyuchevich M.M., Mozharovskaya I.A., Zhaldak D.S. The effectiveness of using Trichogramma by agricultural drones

Active ingredients of pesticides and their breakdown products accumulate in the soil, water bodies, and atmosphere, causing toxic effects on non-target organisms and destroying natural ecosystems.

Constant use of the same chemicals leads to the development of resistance in pest populations, which requires an increase in application rates or a switch to more toxic compounds, creating the so-called «pesticide spiral».

Chemical insecticides often have a wide spectrum of action and destroy not only pests, but also their natural enemies (predators and parasites), as well as pollinators,

disrupting the natural mechanisms of pest population regulation in agrocenoses. Residual amounts of pesticides in agricultural products pose a direct threat to consumer health.

The biological method of protecting cultivated plants from pests and diseases is based on the use of parasitic insects (entomophages), mites (acariphages), nematodes, birds, mammals to reduce the number of harmful organisms (against pests of agricultural crops), and biological preparations based on the products of the vital activity of microorganisms (against pests and diseases of agricultural crops). Currently, this direction is very relevant, because the demand for organic products is constantly growing in

the world. This method of combating pests and diseases is different in that it is safe for the environment and humans, and has a number of advantages compared to the use of chemicals.

The development and widespread implementation of biological methods of plant protection is gaining strategic importance. One of the most effective and researched areas of biological control is the use of entomophages – insects that are natural enemies of pests. Among them, the egg-eating insects of the genus *Trichogramma* deserve special attention.

Key words: biotechnology, ecology, insecticides, plant protection, biological products, biological control.

СОРТОВІ ОСОБЛИВОСТІ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ НАСІННЯ СОЇ

ПИЛИПЕНКО О.В. – аспірант

orcid.org/0009-0002-7540-4504

Полтавський державний аграрний університет

БІЛЯВСЬКА Л.Г. – доктор сільськогосподарських наук, професор

orcid.org/0000-0003-3856-7718

Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Значущою проблемою в насінництві залишається забезпечення збереження насіння, включно з його генетичною цілісністю, життєздатністю та іншими важливими господарськими характеристиками і властивостями, притаманними конкретному генотипу. Господарська довговічність насіння – період зберігання, протягом якого схожість залишається кондиційною і відповідає вимогам державного стандарту, являє собою важливий аспект життєдіяльності рослин і представляє значний теоретичний і практичний інтерес для насінництва [1, 2].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Однією з ключових проблем у насінництві є забезпечення збереження насіння та його кондиційних властивостей протягом зберігання. Цій темі присвячено багато наукових публікацій, як у вітчизняній, так і в зарубіжній літературі. Існує безліч практичних рекомендацій та методичних інструкцій, щодо правильного зберігання посівного матеріалу. Однак, попри вже наявні дослідження, залишається чимало невіршених питань, зокрема стосовно довготривалого зберігання насіння. Це має особливе значення для насінництва сої та забезпечення формування страхових фондів. Важливим аспектом є господарська довговічність насіння – тривалість періоду, впродовж якого його схожість зберігається на рівні, що відповідає вимогам ДСТУ 2240-93 [1, 3-4].

На господарську довговічність насіння впливають різні фактори, серед яких механічні пошкодження, час збирання, а також умови розвитку материнської рослини. До таких умов належать густота стеблостою, рівень забезпечення основними елементами живлення, ступінь вилягання, ураження хворобами та пошкодження шкідниками. Дослідженнями ряду авторів встановлено, що ключовими факторами, які впливають на зберігання насіння є температура, вологість, газовий склад навколишнього повітря, а також присутність патогенів. Водночас основними параметрами, які безпосередньо визначають фізіологічні реакції насіння, залишаються саме температура і вологість [2, 5-6].

Під час зберігання насіння сої в умовах неконтрольованого клімату спостерігається швидка втрата його схожості, що зумовлено підвищенням вмісту у ньому білка та олії. Чим вища температура й вологість у цей період, тим інтенсивніше знижується схожість. Особливо несприятливі умови створюються при одночасному підвищенні температури та вологості, адже це сприяє активному диханню насіння і розвитку мікроорганізмів [7-8].

Вологість насіння є ключовим чинником ефективного зберігання. Оптимальні рівні вологості залежать від температури повітря, об'єму партії та запланованого використання: продовольчих, кормових, технічних цілей, або як посівний матеріал. Насіння сої з підвищеною вологістю спричиняє підвищення температури в масі насіння. Унаслідок цього погіршується якісний склад білку і олії, що негативно впливає на загальну посівну придатність.

Посівні якості насіння перед закладанням на зберігання є ключовим фактором, який визначає тривалість збереження його життєздатності. Чим вищий цей показник, тим повільніше насіння старіє за будь-яких умов зберігання. Тому, для тривалого зберігання рекомендується використовувати посівний матеріал із максимально можливим рівнем схожості [9-10].

Отже, довговічність насіння виступає ключовим фактором у забезпеченні повноцінного етапу ведення насінництва сої, а також має суттєве значення для оптимізації процесів у даній сфері. Актуальність цієї проблеми та її значний вплив на насіннєву галузь визначили необхідність проведення наших досліджень і стали основним мотивом у вирішенні поставленого завдання.

Мета. Провести дослідження господарської довговічності посівного матеріалу сортів сої різних груп стиглості під час зберігання, дороблених до кондиційних показників та упакованих у поліпропіленові мішки, моделюючи збереження у неопалюваних складах за умов неконтрольованого клімату.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводились згідно ініціативної тематики, яка зареєстрована в УкрІНТЕІ «Удосконалення технології виробництва насіння сої в умовах лівобережного Лісостепу України» № держреєстрації – 0121U108295 та згідно тематики лабораторії «Селекції, насінництва та сортової агротехніки сої» ПДАУ протягом 2022–2025 років. Об'єктами наших досліджень були 12 сортів сої, які створені провідними селекційними установами України: Авантюрин, Адамос, Алмаз, Александрит, Антрацит, Акварин, Арніка, Голубка, Златослава, Муза, Сіверка та Самородок.

Зразки насіння сої врожаю 2022 року (категорія СН-1) були поміщені на зберігання в поліпропіленових мішках у складському приміщенні з неконтрольованими кліматичними умовами, максимально відтворюючи реальні умови насінницьких господарств.

Щороку з партій брали середні проби насіння для оцінки його посівних якостей, таких як енергія проростання і лабораторна схожість, а також визначення вологості насіння відповідно до діючих методик [3, 11].

Результати досліджень. Відповідно до чинного ДСТУ 2240–93, насіння сої (СН-1) за показниками схожості та вологості повинно відповідати таким вимогам: мінімальна схожість – 80%, максимальна вологість – 14%. Вологість насіння є ключовим чинником, який впливає на його збереження під час зберігання. Для сої цей показник є особливо важливим і відіграє більшу роль, ніж для інших культур.

За трирічний період зберігання вологість насіння сої залишалася в межах норми і не перевищувала 14,0%. Вологість насіння була зафіксована найвищою у перший рік зберігання, варіюючись між 9,8% та 13,6%. Урожайність сортів та якісні показники насіння, що були закладені на зберігання, наведені у табл. 1.

Протягом 3-х років спостерігалось незначне, але поступове зниження вологості. Експериментальні дані, представлені на рисунку 1, свідчать про те, що схожість

насіння майже всіх досліджуваних сортів сої протягом перших двох років зберігання у неконтрольованих кліматичних умовах залишалася на рівні, який відповідає вимогам ДСТУ 2240–93, і навіть перевищувала мінімальне значення показника, що становить 80%. Згідно з отриманими результатами, у таких сортів, як Адамос, Авантюрин, Аквамарин, Арніка, Алмаз та Златослава, протягом другого року зберігання спостерігалось найменше зниження показника схожості насіння. Натомість, у сорту сої Александрит, виявлено різке падіння схожості вже на другий рік зберігання, що вказує на його нижчу стійкість до тривалого зберігання в неконтрольованих умовах.

Під час аналізу результатів схожості на третьому році зберігання було зафіксовано значне зниження цього показника для більшості досліджуваних сортів. Однак, певна частина сортів, що становило близько 42% від

Таблиця 1

Показники урожайності та якості насіння досліджуваних сортів сої (2022 р.)

Сорт	Вологість, %	Урожайність, т/га (перерахунок на базову вологість, 12%)	Маса 1000 насінин, г	Вміст білка, %	Вміст олії, %
Самородок	11,6	3,85	171,8	41,1	21,4
Сіверка	11,8	3,65	202,0	39,8	24,3
Александрит	12,2	3,40	189,8	41,1	21,6
Голубка	13,1	3,64	188,7	42,3	21,4
Муза	12,7	4,32	223,8	41,1	23,6
Адамос	12,4	4,25	212,9	38,3	24,6
Златослава	13,6	4,18	167,0	38,7	23,7
Антрацит	10,2	3,67	215,5	39,1	24,6
Авантюрин	10,5	3,57	198,6	39,7	24,2
Арніка	9,8	3,85	152,2	39,2	23,6
Алмаз	12,0	4,31	211,5	38,1	24,5
Аквамарин	12,2	3,67	167,4	41,5	21,9
НІР0,05	1,28	2,77	7,97	1,35	1,27

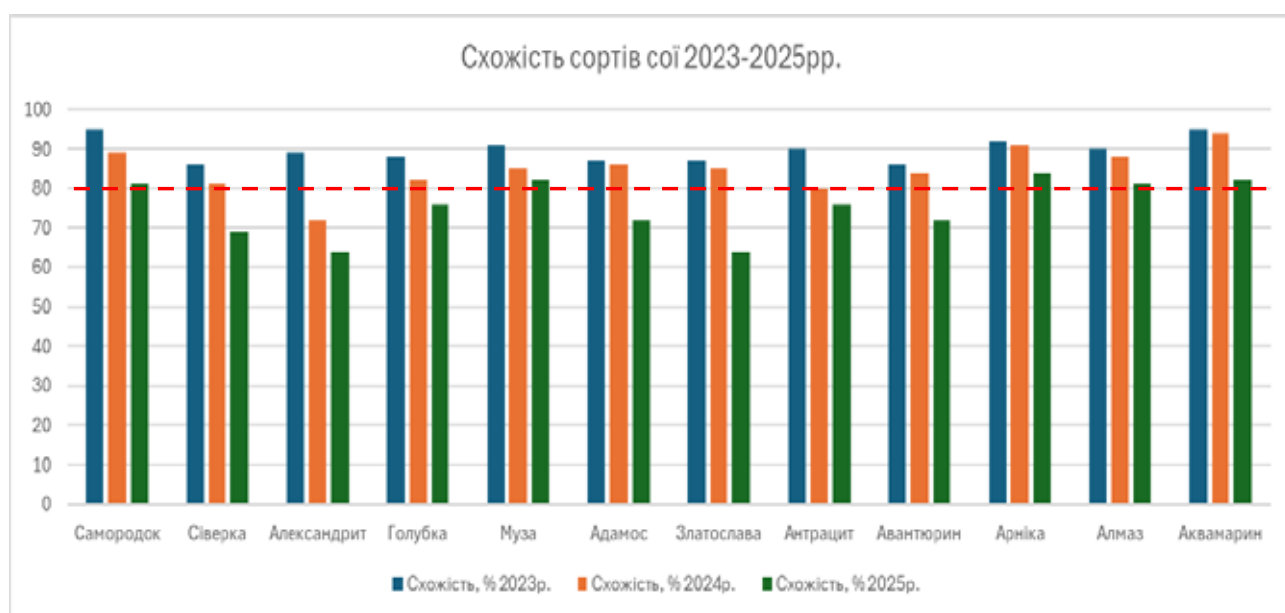


Рис. 1. Схожість насіння сортів сої за роками зберігання



Рис. 2. Енергія проростання насіння сої за роками зберігання

загальної кількості сортів, включених у дослідження, продемонстрували схожість на рівні вимог ДСТУ 2240–93 (Алмаз, Аквамарин, Арніка, Муза і Самородок). Таким чином, ці сорти виявилися більш придатними для зберігання протягом тривалого періоду.

Результати визначення енергії проростання насіння сортів сої під час зберігання в різні роки представлена на рис. 2.

Енергія проростання насіння не регламентується вимогами ДСТУ 2240–93, проте є важливим показником посівних якостей насіння.

Дослідженнями встановлено, що на другому році зберігання у 50% досліджуваних сортів сої, таких як Адамос, Авантюрин, Алмаз, Аквамарин, Арніка та Голубка, спостерігається незначне зниження енергії проростання. На третьому році зберігання відзначено більш помітне зниження цього показника у всіх сортів. Сорти Алмаз, Аквамарин, Арніка та Муза продемонстрували збереження цього показника на задовільному господарському рівні, що свідчить про високу життєздатність насіння цих сортів протягом зазначеного терміну зберігання. За створення сприятливих умов для росту та розвитку воно здатне прорости у відносно короткий проміжок часу. Водночас деякі сорти демонстрували низьку енергію проростання, що робить їх використання економічно невиправданим через імовірність отримання нерівномірних сходів і, як наслідок, зріджених посівів.

Висновки. Встановлено, що господарська довговічність насіння сої, яке має високий вміст білку та олії, може швидше втрачати схожість за умови зберігання в неконтрольованому середовищі. Це явище обумовлено несприятливими впливами зовнішніх факторів, таких як підвищена температура навколишнього середовища, вологість самого насіння, травмованість можуть суттєво скоротити термін його придатності до проростання.

Виявлено, що для сівби небажано застосовувати насіння сої, яке зберігалось понад два роки. Таке

насіння, як правило має знижену схожість та енергію проростання, що призводить до нерівномірних, зріджених сходів, що може негативно вплинути на урожайність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) / Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизева Л. Н., Посилаєва О. О., Чернишенко П. В. Харків : НААН, Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2016. 400 с.
2. Насінництво й насіннезнавство польових культур / За ред. М.М. Гаврилюка. Київ. 2007. 216 с.
3. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості / під. ред. Н. Г. Науменко: технічні умови ДСТУ 2240–93; затв. і введ. в дію 09.09.93. К.: Держстандарт України, 1993. 74 с.
4. Соя: модель сорту, новостворені неопушені лінії, насінництво, фітосанітарний стан посівів: колективна монографія / За ред. Л. Г. Білявської. Полтава: ПДАУ, 2023. 187 с.
5. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Барвінченко С. В. Оцінка пластичності та стабільності показників якості насіння сортів сої різного еколого-географічного походження. *Корми і кормовиробництво*. 2021. № 92. С. 104–115. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10>
6. Мазур О. В., Мазур О. В., Лозінський М. В. Селекція та насінництво польових культур : навчальний посібник. Вінниця: ВЦ ВНАУ, 2020. 348 с.
7. Вплив гідротермічних чинників довкілля на врожайність та біохімічний склад насіння сої / Рябуха С. С., Чернишенко П. В., Святченко С. І., Садовой О. О., Тесля Т. О. *Селекція і насінництво*. 2019. № 115. С. 93–102. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785>
8. Пилипенко О. В., Брижак Я. В., Білявська Л. Г., Білявський Ю. В. Напрями та досягнення у насінництві сої. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели : матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*. ПДАУ, 2022. С. 124–127.

9. Ревтьо О. Я., Золін О. О. Особливості вирощування сої за умов зміни клімату (оглядова). *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 105–112. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15>
10. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Мінливість господарсько-цінних ознак сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 65–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08>
11. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: чинний від 2004-01-01. К.: Держспоживстандарт України, 2002. 173 с.

REFERENCES:

1. Kyrychenko, V.V., Riabukha, S.S., Kobyzieva, L.N., Posylaieva, O.O., & Chernyshenko, P.V. (2016). Soia (*Glycine max* (L.) Merr.) [Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.)]. Kharkiv, Instytut roslinnytstva im. V.Ya. Yurieva, 400 [in Ukrainian].
2. Havryliuk, M.M. (Ed.). (2007). Nasinnytstvo y nasinieznavstvo polovokh kultur [Seed production and seed science of field crops]. Kyiv: Ahrarna nauka, 216 [in Ukrainian].
3. Naumenko, N.H. (Ed.). (1993). Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy DSTU 2240–93 [Seeds of agricultural crops. Varietal and sowing qualities. Technical conditions DSTU 2240-93]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 74 [in Ukrainian].
4. Biliavska, L.H. (2023). Soia: model sortu, novostvoreni neopusheni linii, nasinnytstvo, fitosanitarnyi stan posiviv [Soybeans: variety model, newly developed non-pubescent lines, seed production, phytosanitary condition of crops]. Poltava: Poltavskiy derzhavnyi ahrarnyi universytet, 187 [in Ukrainian].
5. Tsytsiura, T.V., Temchenko, I.V., & Barvinchenko, S.V. (2021). Otsinka plastychnosti ta stabilnosti pokaznykiv yakosti nasinnia sortiv soi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Evaluation of the plasticity and stability of seed quality indicators of soybean varieties of different ecological and geographical origin]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 92, 104–115 <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-10> [in Ukrainian].
6. Mazur, O.V., Mazur, O.V., & Lozinskyi, M.V. (2020). Seleksiia ta nasinnytstvo polovokh kultur [Breeding and seed production of field crops]. Vinnytsia, 348 [in Ukrainian].
7. Riabukha S.S., Chernyshenko P.V., Sviatchenko S.I., Sadovoi O.O., & Teslia T.O. (2019). Vplyv hidrotermichnykh chyniv dokillia na vrozhaunist ta biokhimichni sklad nasinnia soi [Influence of hydrothermal environmental factors on yield and biochemical composition of soybean seeds]. *Seleksiia i nasinnytstvo – Breeding and seed production*, 115, 93–102. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2019.172785> [in Ukrainian].
8. Pylypenko, O.V., Bryzhak, Ya.V., Biliavska, L.H., & Biliavskiy, Yu.V. (2022). Napriamy ta dosiahnennia u nasinnytsi soi [Trends and achievements in soybean seed production]. *Urozhaunist ta yakist produktsii roslinnytstva za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia, prysviachena pamiati profesora H. P. Zhemelya: materialy Vseukrainskoi naukovopraktychnoi internet-konferentsii [Yield and quality of crop products using modern growing technologies, dedicated to the memory of Professor G. P. Zhemela: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference]*. Poltava: PDAU, pp. 124–127 [in Ukrainian].
9. Revto, O.Ia., & Zolin, O.O. (2023). Osoblyvosti vyroshchuvannia soi za umov zminy klimatu (ohliadova) [Features of soybean cultivation in the context of climate change (review)]. *Tavriiskiyi naukoviy visnyk – Scientific Bulletin of the Tavria State Agrotechnological University*, 133, 105–112. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.15> [in Ukrainian].
10. Biliavska, L.H., & Rybalchenko, A.M. (2019). Minlyvist hospodarsko-tsinnnykh oznak soi v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Variability of economically valuable traits of soybeans in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 65–72. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.08> [in Ukrainian].
11. *Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Quality determination methods]*. (2002). DSTU 4138-2002. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 173 [in Ukrainian].

Пилипенко О.В., Білявська Л.Г. Сортові особливості господарської довговічності насіння сої

Мета дослідження полягала в аналізі господарської довговічності насіння сої різних груп стиглості під час зберігання. Насіння, підготовлене до кондиційних показників, зберігалось у поліпропіленових мішках. Умови моделювали зберігання у неопалюваних складах за неконтрольованого клімату. **Методи.** Досліджували 12 сортів сої, створених селекційними установами України: Авантюрин, Адамос, Алмаз, Александрит, Антрацит, Акварин, Арніка, Голубка, Златослава, Муза, Сіверка та Самородок. Насіння врожаю 2022 року (категорія СН-1) зберігали в поліпропіленових мішках у складських приміщеннях з неконтрольованим кліматом, імітуючи умови насіннєвих господарств. Щорічно проводили оцінку посівних якостей насіння (енергія проростання, лабораторна схожість) та перевіряли його вологість згідно діючих методик. **Результати.** Протягом трирічного періоду зберігання вологість насіння сої залишалася в допустимих межах і не перевищувала 14%. Найвищі значення вологості спостерігалися у перший рік, коли цей показник варіювався від 9,8% до 13,6%. Експериментальні дані демонструють, що протягом перших двох років зберігання в неконтрольованих кліматичних умовах показник схожості більшості досліджуваних сортів сої відповідав вимогам стандарту і навіть перевищував 80%. Сорти Адамос, Авантюрин, Акварин, Арніка, Алмаз та Златослава показали найменше зниження схожості на другому році зберігання. Хоча енергія проростання насіння не регламентується вимогами ДСТУ, вона залишається важливим критерієм при вирощуванні культур. Виявлено, що на другому році зберігання у половини сортів, таких як Адамос, Авантюрин, Алмаз, Акварин, Арніка та Голубка, відбулося незначне зниження енергії проростання. На третьому році спостерігалось більш помітне погіршення цього показника у всіх сортів. Водночас сорти Алмаз, Акварин, Арніка та Муза демонстрували збереження енергії проростання на задовільному господарському рівні. **Висновки.** Встановлено, що насіння сої з високим

вмістом білку та олії швидше втрачає схожість при зберіганні в неконтрольованому кліматі. Виявлено, що використання насіння, яке зберігалось понад два роки, небажане через знижену схожість і енергію проростання, що призводить до нерівномірних сходів і може знизити урожайність.

Ключові слова: сорти сої, насінництво, схожість, енергія проростання, умови зберігання, якість насіння.

Pylypenko O.V., Biliavska L.H. Varietal features of agricultural longevity of soybean seeds

Purpose. The aim of the study was to analyse the agricultural durability of soybean seeds of different maturity groups during storage. Seeds prepared to condition indicators were stored in polypropylene bags. The conditions were modelled on storage in unheated warehouses in an uncontrolled climate. **Methods.** 12 soybean varieties developed by Ukrainian breeding institutions were studied: Avanturin, Adamos, Almaz, Alexandrite, Anthracite, Aquamarine, Arnika, Golubka, Zlatoslava, Muza, Siverka, and Samorodok. The seeds of the 2022 harvest (Certified seeds) were stored in polypropylene bags in uncontrolled climate warehouses, simulating the conditions of seed farms. Seed quality (germination energy, laboratory germination) was assessed annually and its moisture content was checked according to current methods. **Results.** During the three-year storage period, the moisture content of soybean seeds remained within acceptable limits and

did not exceed 14%. The highest moisture content values were observed in the first year, when this indicator ranged from 9.8% to 13.6%. Experimental data show that during the first two years of storage in uncontrolled climatic conditions, the germination rate of most of the soybean varieties under study met the requirements of the standard and even exceeded 80%. The Adamos, Avanturin, Aquamarine, Arnika, Almaz and Zlatoslava varieties showed the lowest germination rate decline in the second year of storage. Although the germination energy of seeds is not regulated by the requirements of DSTU, it remains an important criterion for growing crops. It was found that in the second year of storage, half of the varieties, such as Adamos, Avanturin, Diamond, Aquamarine, Arnika and Golubka, had a slight decrease in germination energy. In the third year, a more noticeable deterioration of this indicator was observed in all varieties. At the same time, varieties Almaz, Aquamarine, Arnika and Muza demonstrated the preservation of germination energy at a satisfactory economic level. **Conclusions.** It was found that soybean seeds with high protein and oil content lose germination faster when stored in an uncontrolled climate. It was found that the use of seeds that have been stored for more than two years is undesirable due to reduced germination and germination energy, which leads to uneven germination and can reduce yields.

Key words: soybean varieties, seed production, germination, germination energy, storage conditions, seed quality.

СКРИНІНГ ГІБРИДІВ ТА СОРТІВ КАРТОПЛІ НА СТІЙКІСТЬ ДО ІРЖАВОЇ ПЛЯМИСТОСТІ БУЛЬБ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

ПИСАРЕНКО Н.В. – кандидат сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0001-6299-2170

Поліське дослідне відділення Інституту картоплярства

Національної академії аграрних наук України

ФУРДИГА М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-9398-0487

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

ЗАХАРЧУК Н.А. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-8194-2491

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

ГОРДІЄНКО В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0003-0407-1474

Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Картопля є ключовою сільськогосподарською культурою, що забезпечує продовольчу безпеку України та багатьох країн світу. Її здатність адаптуватися до різних ґрунтово-кліматичних умов робить її особливо цінною для багатьох регіонів. Однак зміни клімату, зокрема підвищення температури, нерівномірний розподіл опадів і тривалі посухи, негативно впливають на продуктивність культури.

Якість картоплі визначається комплексом внутрішніх (колір м'якоті, вміст сухої речовини, крохмалю) та зовнішніх (розмір, форма, стійкість до механічних пошкоджень) ознак [1]. Внутрішні дефекти, такі як коричневий центр, порожниста серцевина та іржава плямистість можуть суттєво пошкодити її комерційну цінність, скоротити термін зберігання, а також зменшити загальні споживчі характеристики [2, 3]. На поживну цінність та якість картоплі впливає забезпеченість макро- та мікроелементами, проте цей вплив значно залежить від сорту, ґрунту та кліматичних умов [4–7].

Посуха є одним із головних стресових факторів, що порушує фізіологічні процеси картоплі, зокрема фотосинтез і водний баланс, спричиняючи зниження врожайності та зниження якості бульби [8]. Вона може виявити такі дефекти, як розтріскування, порожнистість серцевини та внутрішню іржаву плямистість. Остання є одним із найбільш поширених фізіологічних уражень картоплі [9]. Ідентифікування генотипів картоплі, стійких до цього фізіологічного внутрішнього дефекту, та оцінка впливу кліматичних факторів на розвиток хвороби є ключовими завданнями селекції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Іржава плямистість бульб є серйозною проблемою для картоплярства, оскільки суттєво знижує якість продукції. Фізіологічний дефект проявляється через некротичні ураження внутрішніх тканин бульб, що обмежує їх придатність для харчування та переробки. Це порушення також має інші назви, такі як фізіологічний внутрішній некроз, внутрішні коричневі плями, шоколадну плямистість, внутрішній тепловий некроз та внутрішнє потемніння [10–12].

Розвиток цієї фізіологічної патології є складним процесом, в якому задіяні різні фактори, включаючи генетичні особливості сорту, несприятливі погодні умови та дефіцит поживних речовин [1, 10, 13–15]. Дослідження К. Zarzyńska та D. Boguszewska-Mańkowska [16] показали, що частота прояву дефектів бульб залежала від системи вирощування, тоді як погодні умови мали менший вплив, а сорт виявився найменш значущим фактором. В органічній системі виробництва спостерігалася менша кількість бульб з іржавою плямистістю порівняно з традиційною системою.

Дослідження показують, що первинним фактором, який запускає розвиток іржавої плямистості, є втрата цілісності клітинної мембрани, спричинена дефіцитом кальцію [1, 17]. Проте в дослідженнях S. Sterrett et al [18] відмічено, що рівні магнію, сірки та фосфору можуть мати більший вплив на формування стійкості, ніж кальцій. Зокрема, клони, стійкі до внутрішнього теплового некрозу, характеризувалися вищими рівнями марганцю та сірки, але нижчим фосфору, що свідчить про складну взаємодію мінерального складу тканин у розвитку фізіологічних розладів. Окрім того, важливу роль у патогенезі іржавої плямистості відіграє окислювальний стрес. Утворення некротичної тканини супроводжується збільшенням виробництва вільних радикалів та окисленням іонів металів, що може пошкоджувати клітинні компоненти та сприяти прогресуванню захворювання [19]. У поєднанні з іншими стресовими факторами, такими як порушення транспірації, дефіцит кальцію може посилювати негативний вплив на тканини бульб та сприяти розвитку захворювання. Окрім дефіциту кальцію, важливу роль у виникненні іржавої плямистості відіграють абіотичні фактори стресу, такі як високі температури, недостатнє зволоження ґрунту, особливо на пізніх етапах розвитку бульб або під час збирання врожаю [20]. Також встановлено, що кількість опадів, може впливати на розвиток захворювання [21]. Важливим фактором є водопостачання, оскільки F. Raimo et al [22] та G. Hajjar et al [23] показали, що на частоту внутрішніх коричневих плям впливало водопостачання. Іржаві плями, як правило, формуються під час стадії росту бульб, що

свідчить про їх тісний зв'язок з фізіологічними процесами, які відбуваються в цей період. За дослідженням А. Ibrahim et al [24] об'єм іржавих плям не змінювалися під час зберігання картоплі, що свідчить про стабільність прояву симптомів на момент збору врожаю.

Враховуючи складність і багатофакторність причин виникнення іржавої плямистості, аспектом є вивчення розвитку цього фізіологічного порушення в різних регіонах, зокрема на Поліссі України. Дослідження показують, що ця проблема є особливо актуальною для легких піщаних і суглинних ґрунтів [25–27], які переважають у цьому регіоні. В Поліському дослідницькому відділенні Інституту картоплярства тривалий час ведеться оцінка селекційного матеріалу на стійкість до іржавої плямистості бульби. Історично ця патологія картоплі була одним із ключових об'єктів наукових досліджень станції. Як зазначає Т. М. Олійник [28], одним із головних напрямків селекційної роботи ще з 1940-х років було створення високоврожайних сортів картоплі, стійких до фітофторозу, кільцевої гнилі, іржавої плямистості та інших захворювань. Значний внесок у вивчення цієї проблеми на Поліській дослідницькій станції свого часу зробили такі вчені, як О. Д. Белова (1932) [29], яка аналізувала залозувату плямистість картоплі, та Л. В. Рожалін (1936) [30], що досліджував природу залізистої плямистості бульб. Дослідження в цьому напрямку тривають і сьогодні. Ще на початку 20-них років минулого століття було розпочато оцінку міжсортівих і міжвидових гібридів вітчизняної селекції на стійкість до іржавої плямистості [31]. З огляду на те, що ґрунтово-кліматичні умови регіону сприяють прояву іржавої плямистості бульби, дослідження з оцінки сучасного селекційного матеріалу на стійкість до цього фізіологічного порушення тривають. Останніми роками було проведено низку робіт, присвячених оцінці стійкості сортів та селекційних гібридів на стійкість до фізіологічного дефекту бульб [32, 33].

З огляду на складність етіології та механізму формування іржавої плямистості, подальші дослідження, спрямовані на ідентифікацію генетично стійких сортів та розробку ефективних методів контролю цього фізіологічного порушення, є ключовими для забезпечення стабільного виробництва високоякісної культури.

У зв'язку з цим постає необхідність проведення комплексних досліджень, спрямованих на виявлення гібридів і сортів картоплі, що проявляють стійкість до іржавої плямистості. Скринінг таких зразків дозволить визначити перспективні форми для подальшої селекційної роботи та створення сортів, адаптованих до умов вирощування в Центральному Поліссі України.

Мета досліджень полягає у виявленні перспективних генотипів картоплі, стійких до іржавої плямистості бульб, шляхом порівняльного аналізу ефективності різних методів гібридизації та оцінки впливу погодних умов на розвиток фізіологічного ураження.

Завдання дослідження: провести порівняльний аналіз стійкості міжсортівих та міжвидових гібридів і сортів картоплі до іржавої плямистості бульб. Оцінити ефективність різних методів гібридизації для створення стійкого до фізіологічного дефекту бульб селекційного матеріалу. Виділити перспективні генотипи картоплі

та рекомендувати для селекції на стійкість до іржавої плямистості. Дослідити вплив абіотичних факторів на поширення і розвиток іржавої плямистості бульб.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в 2018–2024 рр. на провокаційних фонах лабораторії селекції картоплі Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства НААН, розташованого в Житомирській області, Коростенського району, в межах східної частини Центрального Полісся України.

Предметом досліджень використали міжсортіві гібриди селекції картоплі Поліського дослідного відділення, міжвидові гібриди селекції генетичних ресурсів Інституту картоплярства та сорти української селекції, що належать до різних груп стиглості та відзначаються різним рівнем стійкості до іржавої плямистості бульб.

Ґрунти провокаційних фонів – дерново-слабопідзолисті піщані, сформовані на водно-льодовикових відкладах. Характеризуються дуже низьким вмістом гумусу (0,6–0,8 %), низькою ємністю поглинання (2,0–3,0 мг-екв/100 г ґрунту) та гідролітичною кислотністю (1,0–2,5 мг-екв/100 г ґрунту). Реакція ґрунтового розчину кисла (рН сольової витяжки 4,0–4,6). Вміст рухомих форм фосфору (P2O5) становить 20–25 мг/кг ґрунту, калію (K2O) – 15–20 мг/кг ґрунту. Насиченість основами – менше 50 %. Вологоємність ґрунту – менше 21 %. Ґрунти добре дренажовані, водний режим має виражений промивний характер, що зумовлює вимивання легкорозчинних мінеральних сполук за межі кореневої зони.

Стійкість селекційного матеріалу картоплі до іржавої плямистості бульб вивчали в польових умовах на провокаційному фоні. Дослідні ділянки закладено на легких піщаних ґрунтах із застосуванням прийнятої агротехніки, але без внесення органічних і мінеральних добрив. Дослідження проводили на однорядкових ділянках (12 кушів у рядку) з триразовою повторністю. Вивчення перспективного селекційного матеріалу тривало до трьох років, за умови, що гібриди не були вибраковані в процесі конкурсного екологічного сорто-випробування. Дослідження проводили відповідно до Методичних рекомендацій «Картоплярство: методика дослідної справи» [34]. Оцінку ураження бульб іржавою плямистістю здійснювали шляхом розрізання кожної бульби навпіл і визначення частки ураженої поверхні за 9-бальною шкалою. Для комплексної оцінки стійкості селекційного матеріалу використовували інтегральний показник, що враховує як поширення хвороби, так і ступінь її розвитку. Розрахунок здійснювали за формулою, розробленою для оцінки стійкості сортів картоплі до фітофторозу та альтернаріозу [35]:

$$K = \frac{P \times R}{100},$$

де: P – поширення хвороби, % R – розвиток хвороби, %.

Отриманий коефіцієнт, відповідно до розробленої шкали, визначає загальний бал стійкості зразка. Ця шкала має наступний вигляд: 9–8 балів (висока стійкість) – $K < 0,24$; 7–6 балів (стійкі) $K = 0,25–1,10$; 5–4 балів (середня стійкість) $K = 1,20–5,99$; 4–3 бали

(слабка стійкість) $K = 6,0\text{--}20,0$; 1 бал (нестійкий) $K > 20,0$. Аналіз динаміки розподілу вибірки досліджуваного селекційного матеріалу за ступенями стійкості до іржавої плямистості бульб у 2018–2024 рр. проведено із використанням об'єднаної шкали. Оскільки частка високостійких генотипів (9–8 балів) у деякі роки була низькою або взагалі відсутня, для оптимізації даних і підвищення їх інформативності форми згруповано разом зі стійкими (7–6 балів) у загальну категорію – «стійкі форми» (≥ 6 балів). Аналогічно, генотипи зі слабкою стійкістю (4–3 бали) та нестійкі (2–1 бал) об'єднано в градацію – «нестійкі форми» (≤ 4 балів). У подальшому аналізі результатів застосовано шкалу з розрізненням рівнів стійкості відповідно до методики, що дає змогу більш детально виокремити генотипи з різним рівнем резистентності до фізіологічного дефекту бульб.

Обґрунтованість застосування цього підходу підтверджена кореляційним аналізом, проведеним за період 2018–2024 рр. Встановлено високий рівень кореляції між поширеністю хвороби та ступенем її розвитку: в міжсортних гібридів $r = 0,81\text{--}0,97$, в міжвидових гібридів $r = 0,91\text{--}0,98$, в сортів $r = 0,75\text{--}0,96$. Ці результати свідчать про доцільність використання інтегрального показника для оцінки стійкості генотипів, оскільки він комплексно відображає реакцію рослин на ураження іржавою плямистістю бульб.

Для аналізу взаємозв'язку між поширенням і розвитком іржавої плямистості бульб картоплі та абіотичними факторами застосовано кореляційний (Пірсона) та регресійний аналіз із перевіркою значущості ($p < 0,05$). Статистичну обробку виконували у Microsoft Excel. Щоб уникнути мультиколінеарності, у модель включено три фактори: температуру серпня, опади червня й серпня. Побудовані регресійні моделі описують вплив цих факторів на хворобу. Дослідження охоплює 2015–2024 рр., що дозволило виявити довгострокові тенденції та підвищити достовірність прогнозу.

Вихідні дані для кореляційного аналізу. Для оцінки впливу погодних факторів на поширення (Y_{x1}) та розвиток (Y_{x2}) іржавої плямистості картоплі використано середньомісячні температури та кількість опадів літніх місяців (червень–серпень) за 2015–2024 роки (Табл. 1).

Результати досліджень. Порівняльний аналіз стійкості міжсортних і міжвидових гібридів та сортів картоплі до іржавої плямистості бульб. На рисунку 1 зображено динаміку розподілу вибірки дослідженого селекційного матеріалу за ступенями стійкості до іржавої плямистості бульби впродовж 2018–2024 рр. Загалом за цей період було опрацьовано 254 міжсортних гібриди (що відповідають 132 оригінальним генотипам), 283 міжвидових гібридів (115 ідентифікованим генотипам) та 85 сортів картоплі (27 самостійних генотипів). Окремі гібриди вивчали впродовж 1–3 років, тоді як деякі сорти картоплі оцінювалися 2–7 років поспіль.

Впродовж всього періоду досліджень найвища частка стійких форм (≥ 6 балів) спостерігалася в міжсортних гібридів. Середній рівень стійких генотипів (≥ 6 балів) серед міжсортних гібридів за весь період досліджень становив 59 % з коливаннями від 45 % в 2023 році до 85 % в 2020 році. Коефіцієнт варіації (V) дорівнював 23 %, що вказує на відносно незначну мінливість рівня стійкості впродовж років дослідження. Рівень середньої стійкості (5–4 балів) в межах цієї групи генотипів становив 28 % (від 12 % у 2020 році до 41 % в 2023 році) за $V = 28$ %. За весь період досліджень міжсортні гібриди виявили низьку стійкість (≤ 4 балів) на рівні 13 % (середнє значення), з мінімальним показником 3 % в 2020 році та максимальним – 19 % в 2019 році за $V = 41$ %.

Розподіл міжвидових гібридів за категоріями стійкості був більш рівномірним, ніж у міжсортних гібридів. Середній рівень стійкості міжвидових гібридів (≥ 6 балів) становив 41 % (коливання від 24 % в 2023 році до 86 % в 2020 році). Коефіцієнт варіації становить 55 %, що вказує на значну мінливість рівня стійкості залежно від року. Середній показник у межах даної групи селекційного матеріалу за середньою стійкістю (5–4 балів) склав 31 % (від 9 % в 2020 році до 40 % у 2022 році) за $V = 35$ %. Середня частка нестійких форм (≤ 4 балів) (28 %) була вищою, ніж у міжсортних гібридів, але нижчою, ніж у сортів із варіюванням від 5 % в 2020 р. до 42 % в 2024 р. за $V = 47$ %.

Сорти картоплі впродовж досліджень у більшості характеризувалися незначним відсотком стійких форм

Таблиця 1

Погодні параметри та поширення і ступеня розвитку іржавої плямистості бульб в 2015–2024 рр.

Рік	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Yx1	Yx2
2024	20,4	24,2	23,1	15,5	4	10,3	22,6	9,9
2023	18,8	21,2	24,0	17,2	10,8	7,8	29,3	11
2022	21,4	20,3	22,9	19	25,3	17,7	24,4	10,2
2021	25,9	29,2	25,3	20,3	15,7	35	30,2	10,7
2020	26,5	26,1	26,5	37,7	8,7	0,01	8,3	2,7
2019	25,5	19,5	20,9	14,7	20,3	3,7	20,9	7,9
2018	20	20,7	21,2	23,7	31,5	9,3	33,1	13,1
2017	22,4	23,2	24,3	10,1	35,7	12,5	6,8	2,2
2016	22,5	23,3	21,5	32,0	45	10,5	41	19,2
2015	20,5	22,5	22,7	4,5	0,01	0,01	2,9	1,3

Примітка. X1, X2, X3 – середньомісячна температура відповідно у червні, липні, серпні (°C); X4, X5, X6 – середньомісячна кількість опадів у червні, липні, серпні (мм). Yx1 – відсоток поширення хвороби. Yx2 – ступінь розвитку хвороби, %.

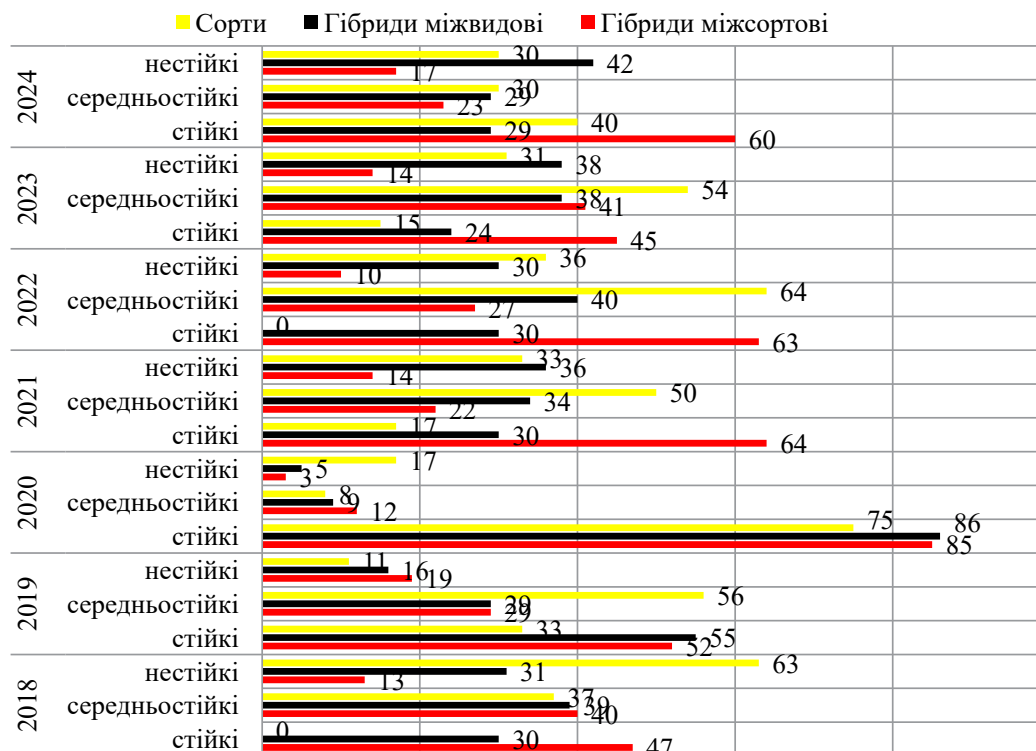


Рис. 1. Динаміка розподілу селекційного матеріалу картоплі за ступенями стійкості до іржавої плямистості бульб впродовж 2018–2024 рр.

(≥ 6 балів), за винятком 2020 року. У середньому рівень стійкості серед сортів становив 26 %, варіюючи від 0 % у 2018 та 2022 роках до 75 % в 2020 році. Коефіцієнт варіації (V) дорівнює 103 %, що вказує на значну мінливість рівня стійкості залежно від року дослідження. Водночас серед сортів картоплі переважала частка генотипів із середньою стійкістю (5–4 бали), що в середньому становила 43 % (з мінімальним значенням 8 % у 2020 році та максимальним 64 % у 2022 році, ($V = 45$ %)). Це свідчить про те, що для сортів картоплі характерне переважання генотипів саме із середнім рівнем стійкості, на відміну від стійких форм (26 %). Слід також відзначити тенденцію до найвищого відсотка виділення середньостійких сортів (5–4 бали) в 2019–2024 рр. порівняно з гібридами, що є характерною особливістю розподілу рівнів стійкості серед сортових генотипів. Частка нестійких генотипів (≤ 4 балів) серед сортів картоплі була найвищою впродовж усього періоду спостережень і в середньому становила 31 % ($V = 53$ %).

Отримані дані свідчать про те, що міжсортowa гібридизація є на сьогодні найефективнішим методом створення стійкого до іржавої плямистості бульб селекційного матеріалу. Міжсортіві гібриди характеризуються найвищим рівнем стійкості та найменшою мінливістю цього показника впродовж років дослідження. Міжвидові гібриди мають більш рівномірний розподіл за категоріями стійкості, але характеризуються значною мінливістю рівня стійкості залежно від року. Сорти картоплі мають найнижчий рівень стійких форм і найвищу мінливість цього показника, що свідчить про їх значну

залежність від умов навколишнього середовища. Водночас вони демонструють вищий відсоток форм із середньою резистентністю порівняно з гібридами, що вказує на ефект стабілізації цієї ознаки. Це зумовлено селекційною практикою, у процесі якої екстремальні варіанти вибираються, а перевага надається більш стабільним формам.

Результати дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до створення стійкого до іржавої плямистості селекційного матеріалу, який включає використання різних методів гібридизації, ретельний відбір генотипів та постійне оновлення сортового складу.

Ідентифікація перспективних гібридів і сортів картоплі, стійких до іржавої плямистості за результатами багаторічного оцінювання.

Результати багаторічного дослідження (2018–2024 рр.) стійкості селекційного матеріалу до фізіологічного ураження бульб дозволили ідентифікувати групу перспективних гібридів та сортів картоплі, які можуть бути використані для подальшої селекції з метою створення нових сортів стійких до іржавої плямистості, в умовах Центрального Полісся України. За результатами скринінгу було виділено генотипи, які за середнім значенням за три роки показали рівень стійкості від 9 балів (максимальний рівень високої стійкості) до 4 балів (найнижча оцінка середньої стійкості).

Період досліджень 2018–2020 рр. *Високостійкі* (8–9 балів): Міжсортіві гібрид: П.12.21/2; Міжвидові гібриди: Г10.6/7, Г16-19, Г10.7/13; *Стійкі* (6–7 балів): Міжсортіві гібрид: П.13.42/3 і П.12.31/3; Міжвидові

гібриди Г10.6/23, Г10.3/11, Г10.6г.14, Г10.6/30; Сорти Тирас і Партнер; *Середньостійкі* (5–4 балів): Міжсортові генотипи П.12.16/12 і П.11.17-1; Міжвидові гібриди Г10.20/1, Г10.6Г73, Г10.6Г93, ВМ12.22-2; Сорти Явір, Левада, Нагорода і Тетерів.

Слід зазначити, що гібриди П.12.16/12 та П.11.17-1 в 2023 році завершили державне сортопробування в мережі УІЕСР під назвами Роставиця (Патент № 230706 від 14.11.2023) і Фанатка (Патент № 230707 від 14.11.2023) та занесені до Державного реєстру сортів, придатних до поширення в Україні, на 2024 рік.

Період досліджень 2019–2021 рр.: *Високостійкі* (8–9 балів): Міжсортові гібриди П.12.14-8, П.13.29-5, П.14.3/5, П.14.73/9, П.13.26/13, П.13.52-11, П.13.48-22, П.12.4-3; Міжвидові гібриди Г13.9с15, Г12.99/5, Г12.29/14, Г08.194/33, Г13.47/62, Г14.2/8, Г13.55/22; Сорт Тирас; *Сміїкі* (6–7 балів): Міжсортові гібриди П.12.15-9; Міжвидові гібриди Г13.55/22, Г13.28с93, Г12.95/2, Г13.37с⁵, Г08.173/9, Г09.236с¹, Г08.195/73, Г12.10/1, Г13.47/63, Г08.197/105, Г08.194/119, Г14.4/11, Г08.195/89, Г13.52/35; Сорт Партнер; *Середньостійкі* (5–4 балів): Міжсортові генотипи П.14.64/3, П.12.16-16, П.13.22/3; Міжвидові гібриди Г09.4Г72, Г13.5с¹, Г08.194/122, Г08.195/26, Г08.194/50, Г08.182/59, Г12.10/15, Г08.136г138, Г08.161с79, Г08.194/81, Г10.1г53, Г10.1Г47, Г12.37/70, Г13.49/32, Г12.24/14; Сорти Альянс, Левада, Тетерів, Явір, Нагорода і Червона рута.

Період досліджень 2020–2022 рр.: *Високостійкі* (8–9 балів): Міжсортові гібриди П.15.5/10 і П.14.17-14; Міжвидові гібриди Г15.9/1; *Сміїкі* (6–7 балів): Міжсортові гібриди П.14.49-7 і П.14.64-2; Міжвидові гібриди Г15.2/1; Сорти Тирас, Партнер і Скарбниця; *Середньостійкі* (5–4 балів): Міжсортові генотипи П.14.43-18, П.15.5/27, П.15.43-7; Міжвидові гібриди Г15.7/98, Г13.47/63, Г13.49/45, Сорти Левада, Альянс, Тетерів, Червона рута, Явір, Слов'янка і Нагорода.

Період досліджень 2021–2023 рр.: *Високостійкі* (8–9 балів): не виділено жодного генотипу картоплі; *Сміїкі* (6–7 балів): Міжсортові гібриди П.15.36-3, П.15.87-2 і П.17.38/4; Міжвидові гібриди Г15.24/12 і Г14.16/8; *Середньостійкі* (5–4 балів): Міжсортові генотипи П.17.12/16, П.17.28-2, П.17.38/16, 3.16.40/2; Міжвидові гібриди Г15.2/1, Г15.5/12, Г15.7/15, Г15.10/14, Г13.49/45; Сорти Партнер, Тирас і Скарбниця.

В 2024 році (згідно з рішенням Вченої ради Інституту картоплярства, протокол № 8 від 7.11.2024) середньостиглий гібрид П.15.36-3 ((Барбара / Радич) / Тирас) / Альянс) з групи міжсортових гібридів, який характеризується високою врожайністю (15,1 т/га на 75-й день після садіння та 35,9 т/га при основному збиранні), середньою масою товарної бульби (78–110 г), вмістом крохмалю 16,8–18,2 %, вмістом редуруючих цукрів 0,08 % та високими споживчими якостями (8–8,3 бали), а також комплексною стійкістю до біотичних та абіотичних факторів (висока резистентність до посухи, стійкість проти карантинних збудників (звичайного та двох агресивних патотипів раку картоплі та золотистої картопляної нематоди), відносно висока резистентність проти парші звичайної, альтернаріозу (листя) і іржавої плямистості

та середня стійкість проти фітофторозу, був переданий в Державне сортопробування до мережі УІЕСР під назвою Дивина (Заявка № 24088012 від 20.11.2024 р.).

Період досліджень 2022–2024 рр. *Високостійкі* (8–9 балів): Міжсортові гібриди П.17.43/1 і П.17.20-3; *Сміїкі* (6–7 балів): Міжсортові гібриди П.17.34/8, П.17.39/22, П.16.50-16; Сорт Партнер; *Середньостійкі* (5–4 балів): Міжсортові генотипи П.16.16-9, П.17.21/36, П.17.29/21, П.17.13/7, П.17.24/50, П.17.4/13, 3.16.59-10; Сорти Тирас і Альянс.

Слід зазначити, що оцінка проводилася на основі середніх значень за три роки, що дозволяє врахувати як генетичну стійкість генотипів, так і їхню здатність адаптуватися до змінних умов.

На прикладі сортів Тирас, Партнер, Альянс і Серпанок (рис. 2) простежується коливання рівня стійкості до іржавої плямистості бульб в різні періоди досліджень.

Сорт Партнер демонструє найбільшу стабільність, оскільки його рівень резистентності майже не змінюється впродовж років дослідження. Натомість, сорт Тирас характеризується значними коливаннями рівня стійкості, зокрема, зі зниженням в останні роки, що свідчить про його чутливість до умов вирощування. Сорт Альянс має нестабільну середню стійкість, яка знизилася до рівня слабкої у 2021–2023 роках. Серпанок виявився найбільш сприйнятливим до іржавої плямистості, демонструючи низьку стійкість впродовж усього періоду досліджень.

Аналіз стійкості цих сортів підтвердив, що гібриди в цілому характеризуються вужчим діапазоном коливань стійкості до фізіологічного дефекту бульб порівняно з гібридами. Це можна пояснити селекційним відбором на стабільніші ознаки та відбракуванням варіантів з екстремальними значеннями.

Отже, сорт Партнер є найбільш стабільним щодо прояву ознаки, у сорту Тирас стійкість коливається від високого до середнього ступеню, Альянс – від середнього до слабкого, тоді як сорт Серпанок залишається найбільш вразливим, змінюючи рівень стійкості від слабкого до нестійкого. Ці результати підкреслюють генетично обумовлену природу стійкості та її залежність від екологічних факторів.

Отримані результати можуть бути використані для подальшого створення сортів картоплі з підвищеною стійкістю до іржавої плямистості бульб, що сприятиме покращенню якісних і споживчих показників бульб та збільшенню обсягів якісної товарної продукції картоплярства в умовах Центрального Полісся України.

Аналіз впливу погодних факторів на розвиток іржавої плямистості картоплі. Для дослідження впливу кліматичних факторів на поширення і розвиток іржавої плямистості бульб картоплі використано статистичний аналіз – кореляційний та регресійний. З метою досягнення необхідної статистичної потужності та зменшення похибки моделі, період дослідження розширено до 2015–2024 рр. (основний період дослідження селекційного матеріалу картоплі 2018–2024 рр.). Розширення періоду аналізу дало змогу виявити загальні тенденції впливу

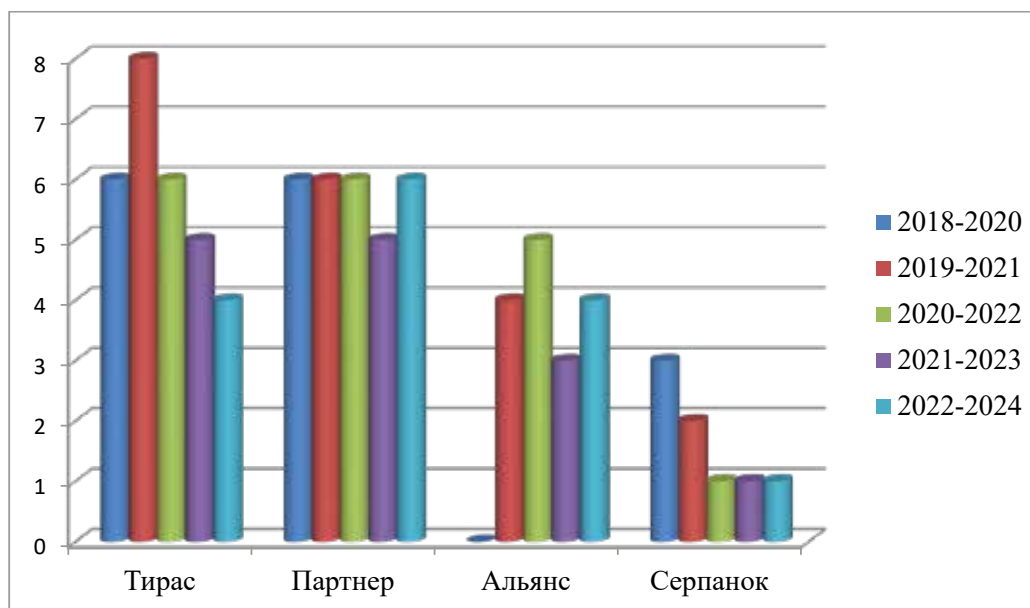


Рис. 2. Варіабельність стійкості сортів картоплі до іржавої плямистості бульб в різні періоди досліджень, бал

середньомісячних температур та опадів літніх місяців на поширення і розвиток іржавої плямистості бульб.

Кореляційний аналіз взаємозв'язку між поширенням (Y_{x1}) і розвитком (Y_{x2}) іржавої плямистості та кліматичними факторами (X_1 – X_6) виявив мультиколінеарність між деякими факторами (рис. 3). Зокрема, встановлено сильну позитивну кореляцію між температурою липня та температурою серпня ($r = 0,73$; $p = 0,017$). Спостерігається помірна позитивна кореляція між температурами червня та липня ($r = 0,51$), температурами червня та серпня ($r = 0,38$), температурою червня та опадами червня ($r = 0,41$), температурою липня та опадами серпня ($r = 0,51$). Опади червня, липня та серпня також показали помірний позитивний зв'язок як із поширенням хвороби ($r = 0,41$; $0,49$; $0,44$ відповідно), так і з розвитком ступеня ураження ($r = 0,42$; $0,53$; $0,36$ відповідно). Між температурою серпня та опадами липня виявлено помірну негативну кореляцію ($r = -0,39$).

Для уникнення негативного впливу мультиколінеарності на результати регресійного аналізу та забезпечення статистичної значущості моделі, було обрано три фактори: температуру серпня, опади червня та опади серпня. Вибір цих абіотичних факторів обумовлено важливим значенням їх на ріст та розвиток картоплі, а також потенційним впливом на розвиток іржавої плямистості бульб. Температура серпня є періодом активного накопичення маси бульб, що робить її критичним фактором для формування врожаю та стійкості рослин до хвороби. Опади в червні та серпні впливають на водний баланс рослин та можуть створювати сприятливі або несприятливі умови для розвитку фізіологічного ураження бульб, залежно від інших факторів, таких як тип ґрунту та вміст поживних речовин. Відмітимо, що дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт, що характеризується кислою реакцією ґрунтового розчину та високим вмістом сполук заліза та алюмінію, має низьку і нижче

середньої забезпеченість рухомим фосфором. Кисла реакція ґрунтового розчину сприяє переходу поживних речовин у важкодоступні для рослин форми. Як відомо з літератури, на таких ґрунтах опади можуть сприяти вимиванню фосфору з кореневмісного шару ґрунту та утворенню важкодоступних для рослин сполук фосфору з залізом та алюмінієм [36, 37]. Дефіцит фосфору в ґрунті, в свою чергу, є однією з причин розвитку іржавої плямистості бульб картоплі [38, 39].

Використання саме цих трьох факторів (температура серпня, опади червня та опади серпня) дозволило зменшити мультиколінеарність та отримати більш стабільні та інтерпретовані результати регресійного аналізу, враховуючи особливості ґрунтових умов, що можуть впливати на поширення і ступеня розвитку іржавої плямистості бульб.

В результаті регресійного аналізу було отримано наступну модель:

$$Y_{x1} = 109,67 - 4,73 * X_3 + 0,74 * X_4 + 0,73 * X_6,$$

де Y_{x1} – поширення хвороби (в % уражених бульб), X_3 – температура серпня ($^{\circ}\text{C}$), X_4 – опади червня (мм), X_6 – опади серпня (мм).

Отримана модель описує залежність між поширенням іржавої плямистості та досліджуваними абіотичними факторами. Встановлено, що збільшення температури серпня на 1°C призводить до зменшення поширення хвороби на $4,73\%$ уражених бульб ($p = 0,014$). Збільшення кількості опадів в червні на 1 мм призводить до підвищення поширення хвороби на $0,74\%$ уражених бульб ($p = 0,025$). Зростання кількості опадів в серпні на 1 мм призводить до збільшення поширення хвороби на $0,73\%$ уражених бульб ($p = 0,021$). Коефіцієнт детермінації R^2 становить $0,79$, що свідчить про те, що модель пояснює 79% варіації поширення хвороби. F -критерій дорівнює $7,37$ ($p = 0,019$), що свідчить про статистичну значущість моделі в цілому.



Рис. 3. Кореляційна матриця між кліматичними факторами та поширенням і розвитком іржавої плямистості бульб картоплі (за період 2015–2024 рр.)

Примітка: X1, X2, X3 – середньомісячна температура червня, липня і серпня; X4, X5, X6 – середньомісячна кількість опадів в червні, липні і серпні; Yx1 – поширення хвороби виміряне в % уражених бульб; Yx2 – розвиток хвороби виміряне в % ступені поширення на розрізі бульб; * – позитивна статистично значуща кореляція при $p < 0,05$.

Джерело: Складено авторами цього дослідження

За результатами регресійного аналізу щодо ступеня розвитку хвороби було розроблено аналогічну модель:

$$Yx2 = 52,05 - 2,28 * X3 + 0,34 * X4 + 0,29 * X6,$$

де Yx2 – ступень розвитку хвороби (%), X3 – температура серпня (°C), X4 – опади червня (мм), X6 – опади серпня (мм). Отримана модель описує залежність між ступенем розвитку іржавої плямистості та досліджуваними абіотичними факторами. Зростання температури серпня на 1 °C призводить до зменшення ступеня розвитку хвороби на 2,08 % уражених бульб ($p = 0,009$). Збільшення кількості опадів в червні на 1 мм призводить до підвищення показника розвитку хвороби на 0,34 % уражених бульб ($p = 0,019$). Посилення кількості опадів в серпні на 1 мм призводить до росту значення розвитку хвороби на 0,29 % уражених бульб ($p = 0,033$). Коефіцієнт детермінації R^2 становить 0,80, що свідчить про те, що модель пояснює 80 % варіації розвитку хвороби. F-критерій дорівнює 7,80 ($p = 0,017$), що свідчить про статистичну значущість моделі в цілому.

На рисунку 4 зображено графік фактичних та прогнозованих значень поширення іржавої плямистості бульб картоплі (Yx1) за період 2015–2024 рік. Фактичні значення демонструють значні коливання рівня ураження бульб іржавою плямистістю протягом досліджуваного періоду, з піками у 2016, 2018 та 2021 роках та спадами в 2015, 2017, 2020 та 2024 роках. Прогнозовані

значення, отримані за допомогою моделі регресійного аналізу, відображають загальну тенденцію та циклічність змін, проте мають меншу амплітуду коливань порівняно з фактичними значеннями.

На рисунку 5 зображено динаміку фактичних та прогнозованих значень ступеня розвитку фізіологічного ураження в бульбах картоплі іржавою плямистістю (%) за період 2015–2024 рр.

Аналіз графіку виявив значні коливання рівня розвитку хвороби впродовж досліджуваного періоду, з піковими значеннями в 2016 та 2018 роках, що свідчить про сприятливі для розвитку іржавості погодні умови (температура серпня та опади в червні й серпні). Мінімальні рівні розвитку хвороби спостерігалися в 2017 та 2020 роках, що можна пояснити менш сприятливими для розвитку фізіологічного дефекту погодними умовами. Прогнозована динаміка (червона лінія) в цілому добре узгоджується з фактичними значеннями (синя пунктирна лінія), особливо в роки з плавними змінами (2015–2016, 2020–2024). Найбільші розбіжності між прогнозом та фактичними значеннями спостерігаються у 2018, 2019, 2021 роках, де прогнозована ураженість значно перевищує фактичну. Це може бути пов'язано з впливом факторів, які не були враховані у моделі (наприклад, стійкість сортів картоплі до іржавої плямистості, особливості агрохімічного складу ґрунтів тощо). Після 2020 року коливання рівня ураження

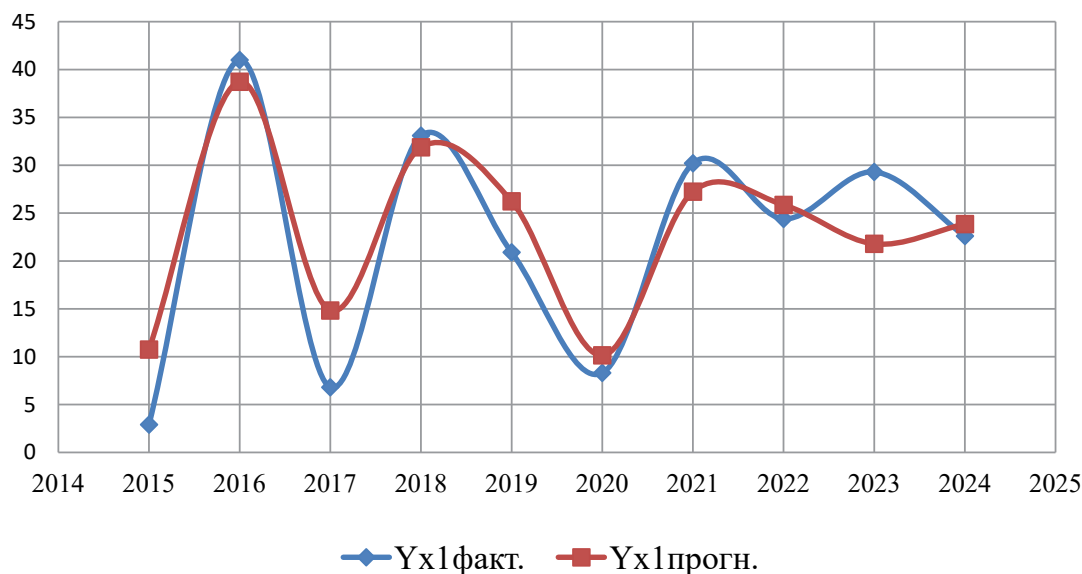


Рис. 4. Фактичні та прогнозовані показники ураженості бульби (%) картоплі іржавою плямистістю залежно від погодних факторів (2015–2024 рр.)

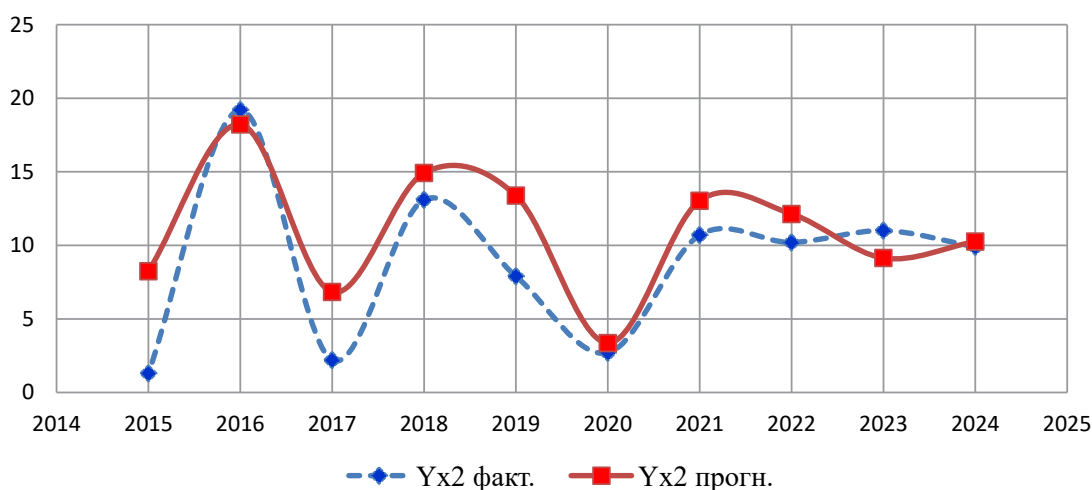


Рис. 5. Фактичні та прогнозовані показники розвитку захворювання бульби (%) картоплі іржавою плямистістю залежно від погодних факторів (2015–2024 рр.)

зменшуються, а прогнозована лінія демонструє відносно стабільний рівень прояву фізіологічного ураження на рівнях 8–12 %. Це може свідчити про те, що погодні фактори менш критично впливають на розвиток хвороби в останні роки, або ж існують інші чинники, які регулюють її розвиток (наприклад, виведення більш стійких генотипів картоплі).

Отримані результати свідчать про те, що поширення і розвитку іржавої плямистості бульб картоплі має тенденцію до циклічності. Модель регресійного аналізу відображає загальну тенденцію, проте в окремі роки спостерігаються значні відхилення фактичних значень від прогнозованих, що може бути зумовлено впливом екстремальних факторів, які не були враховані в моделі (абіотичні чи біотичні). Одним із головних факторів, який

не був врахований у моделях, є стійкість селекційного матеріалу до іржавої плямистості бульб.

Дослідження проводилися з метою оцінки міжсортних та міжвидових гібридів і сортів картоплі до іржавої плямистості бульб. У зв'язку з цим, порівняння між різними формами картоплі проводилося залежно від року дослідження. Різні сорти та гібриди картоплі можуть мати різну стійкість до цього захворювання, що безпосередньо впливає і на рівень ураження бульб. Отримані результати свідчать про те, що рівень ураження іржавою плямистістю варіювався не тільки залежно від погодних умов, але й від стійкості конкретного селекційного матеріалу.

Висновки. Дослідження (2018–2024 рр.) показали суттєві відмінності в реакції селекційного матеріалу

культури, створеного різними методами гібридизації, на іржаву плямистість бульб. Встановлено, що міжсортна гібридизація є найбільш ефективним методом створення стійких до фізіологічного ураження бульб генотипів. Міжвидові гібриди демонструють більш рівномірний розподіл за рівнем стійкості, що свідчить про ширшу генетичну варіабельність. Сорти картоплі мають найнижчий рівень стійкості та найвищу мінливість цього показника, що зумовлено їхньою залежністю від умов навколишнього середовища. Водночас у них переважають форми із середньою резистентністю, що є наслідком селекційної стабілізації ознаки. Виділено перспективні міжсортні і міжвидові гібриди та сорти картоплі, які можуть бути використані в селекції для створення нових стійких сортів картоплі. Результати дослідження підтвердили, що рівень стійкості до іржавої плямистості варіює залежно від особливостей сорту картоплі. Це обумовлено генетичними факторами та впливом умов вирощування та чітко простежується на прикладі залучених у дослідження сортів, зокрема, від стабільної стійкості у сорту Партнер до високої сприйнятливості у сорту Серпанок. Виявлено, що температура серпня, а також кількість опадів у червні та серпні є ключовими факторами, які впливають на розвиток іржавої плямистості. Побудована модель регресійного аналізу підтвердила залежність між погодними факторами та поширенням і розвитком фізіологічного ураження бульб.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення методів оцінки стійкості селекційного матеріалу картоплі та прогнозування розвитку іржавої плямистості бульб в умовах Центрального Полісся України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Naumann M., Koch M., Thiel H., Gransse A., & Pawelzik E. The importance of nutrient management for potato production part II: plant nutrition and tuber quality. *Potato Research*. 2020. Vol. 63. P. 121–137. <https://doi.org/10.1007/s11540-019-09430-3>
2. Rady A. M., & Guyer D. E. Rapid and/or nondestructive quality evaluation methods for potatoes: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2015. Vol. 117. P. 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.002>
3. Chang J., Liao D., Li J., Li J., Li Z., Chen X., Song Z., & Zhang B. Calcium deficiency leads to fruit blackheart formation by disrupting glycometabolism and phenylpropanoid metabolism in wax gourd. *Postharvest Biology and Technology*. 2024. Vol. 211. 112851. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112851>
4. Sowokinos J. R. Internal physiological disorders and nutritional and compositional factors that affect market quality. In D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D. K. L. Mackerron, M. A. Taylor, & H. A. Ross (Eds.). *Potato biology and biotechnology*. 2007. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-51018-1/50065-8>
5. Lombardo S., Lo Monaco A., Pandino G., Parisi B., & Mauromicale G. The phenology, yield and tuber composition of 'early' crop potatoes: a comparison between organic and conventional cultivation systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2013. Vol. 28(1). P. 50–58. doi:10.1017/S1742170511000640
6. Brazinskiene V., Asakaviciute R., Miezelienė A., Alencikiene G., Ivanauskas L., Jakstas V., ... & Razukas A. Effect of farming systems on the yield, quality parameters and sensory properties of conventionally and organically grown potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 145. P. 903–909. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.011>
7. Mikitzel L. Tuber Physiological Disorders. In D. A. Navarre & M. J. Pavék (Eds.). *The Potato: Botany, Production and Uses*. 2014. CABI, P. 237–254. <https://doi.org/10.1079/9781780642802.0237>
8. Deblonde P. M. K., & Ledent J. F. Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy*. 2001. Vol. 14. P. 31–41. doi:10.1016/s1161-0301(00)00081-2
9. Dahal K., Li X.-Q., Tai H., Creelman A., & Bizimungu B. Improving potato stress tolerance and tuber yield under a climate change scenario – a current overview. *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. 563. doi:10.3389/fpls.2019.00563
10. Yencho G. C., McCord P. H., Haynes K. G., Henninger M. R., & Clough M. E. Internal heat necrosis of potato—A review. *American Journal of Potato Research*. 2008. Vol. 85. P. 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12230-008-9008-4>
11. Potatoes South Africa. Physiological tuber disorders fact sheet. 2016. <https://www.potatoes.co.za/wp-content/uploads/2022/09/11.-Physiological-Tuber-Disorders-Fact-Sheet-2016.pdf> (Accessed February 24, 2025).
12. Nxumalo K. A., Masarirambi M. T., Mabuza M., Muziri T., & Masarirambi T. Common physiological disorders of white/Irish potato (*Solanum tuberosum*) tubers produced in Swaziland: A review. *Journal of Agronomy and Agricultural Science*. 2017. Vol. 1. 001. DOI:10.24966/AAS-8292/100001
13. Schumann M. J., Zeng Z.-B., Clough M. E., & Yencho G. C. Linkage map construction and QTL analysis for internal heat necrosis in autotetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics*. 2017. Vol. 130. P. 2045–2056. <https://doi.org/10.1007/s00122-017-2941-1>
14. Pentangelo A., Raimo F., Parisi B., Mandolino G., & Pane C. Effects of highly concentrated KCl foliar spray for managing the occurrence of the internal brown spot, a physiological disorder of potato tubers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2021. Vol. 96(4). P. 527–537. <https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1869108>
15. Gautam S., Pandey J., Scheuring D. C., Koym J. W., & Vales M. I. Genetic basis of potato tuber defects and identification of heat-tolerant clones. *Plants*. 2024. Vol. 13(5). 616. <https://doi.org/10.3390/plants13050616>
16. Zarzyńska K., & Boguszewska-Mańkowska D. Commercial quality of potato tubers of different varieties from organic and conventional production system. *Agronomy*. 2024. Vol. 14(4). 778. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040778>
17. Palta J. P. Improving potato tuber quality and production by targeted calcium nutrition: the discovery of tuber roots leading to a new concept in potato nutrition. *Potato Research*. 2010. Vol. 53. P. 267–275 <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9163-0>
18. Sterrett S. B., Haynes K. G., Yencho G. C., Henninger M. R., & Vinyard B. T. 4×–2× potato clones with resistance or

- susceptibility to internal heat necrosis differ in tuber mineral status. *Crop Science*. 2006. Vol. 46. P. 1471–1478. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.06-0093>
19. Monk L. S., McPhail D. B., Goodman B. A., & Davies H. V. An electron spin resonance investigation of internal rust spot, a physiological disorder of the potato tuber. *Free Radical Research Communications* 1989. Vol. 5(6). P. 345–350. <https://doi.org/10.3109/10715768909073417>
 20. Sterrett S. B., Henninger M. R., Lee G. S. Relationship of Internal Heat Necrosis of Potato to Time and Temperature after Planting. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1991. Vol. 116. Iss. 4. P. 697–700. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.4.697>
 21. Sterrett S., Lee G., Henninger M., & Lentner M. Predictive Model for Onset and Development of Internal Heat Necrosis of Atlantic Potato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1991. Vol. 116. Iss. 4. P. 701–705. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.4.701>
 22. Raimo F., Pentangelo A., Pane C., Parisi B., & Mandolino G. Relationships Between Internal Brown Spot and Skin Roughness in Potato Tubers Under Field Conditions. *Potato Research*. 2018. Vol. 61. P. 327–339. DOI: 10.1007/s11540-018-9380-5
 23. Hajjar G., Quéllec S., Pépin J., Challos S., Joly G., Bontemps J. D., Belin É., Prevost J., & Gorretta N. MRI investigation of internal defects in potato tubers with particular attention to rust spots induced by water stress. *Postharvest Biology and Technology*. 2021. Vol. 180. 111600. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111600>
 24. Ibrahim A., Grassi M., Lovati L., Bruno P., Spinelli L., Torricelli A., Rizzolo A., & Vanoli M. Non-destructive detection of potato tubers internal defects: critical insight on the use of time resolved spectroscopy. *Advances in Horticultural Science*. 2020. Vol. 34(1S). P. 43–51. <https://doi.org/10.13128/ahsc-7653>
 25. Муравйов В. О., Мельник О. В., Духіна Н. Г., Семибратська Т. В., & Урюпіна Л. М. Вирощування картоплі в умовах Східного Лісостепу України: рекомендації. Вінниця: Твори, 2020. 48 с. https://ovoch.com/assets/files/library/methodical/2020/5-verstka_muravjov_a51.pdf
 26. Залізиста плямистість (іржавість бульб). Еліткартопля. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.elitkartofel.com/zalizista-plyamistist-irzhastist-bulb> (дата звернення: 24.02.2025).
 27. Теслюк П. С., Кущенко В. С., Подгаєцький А. А., Мигловець О. П., Демкович Я. Б., Борівський А. Ф., Теслюк Л. П., Купрянов В. П. Хвороби та шкідники картоплі, заходи боротьби з ними. Київ: Ріджи, 2017. 232 с. ISBN 978-966-2544-29-9.
 28. Олійник Т. М. Історія розвитку селекції картоплі на Поліській дослідній станції імені О. М. Засухіна (1914–2018). *Історія науки і біографістика*. 2019. Вип. 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2019_2_16
 29. Белова, О. Д. Залозувата плямистість клубнів картоплі. *Українська зональна станція картоплярства*. 1932. Вип. 48. 23 с.
 30. Рожалін, Л. В. Природа залізистої плямистості бульб картоплі. *Праці Поліської сільськогосподарської станції*. 1936, Т. 6, С. 67–76.
 31. Подгаєцький А. А., Писаренко Н. В. Виділення міжсортів і міжвидових гібридів картоплі, стійких проти залізистої плямистості бульб. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія»*. 2004. Вип. 12 (10). С. 23–29.
 32. Писаренко Н. В., Сидорчук В. І., Гордієнко В. В. Оцінка сортів і вихідного селекційного матеріалу за стійкістю проти іржавої плямистості бульб. Проблеми аграрного виробництва на сучасному етапі і шляхи їх вирішення: *матеріали міжнародної науково-практичної конференції присвяченій ювілейним датам від дня народження видатних вчених-рослинників: 130-річчю від дня народження доктора біол. наук, професора Льва Миколайовича Делоне; 120-річчю від дня народження кандидата с.-г. наук Софії Михайлівни Фріденталь (1-2 липня 2021 р.)*. Харків: Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААН, 2021. С. 233–237.
 33. Сидорчук В., Писаренко Н., Тактаєв Б., Собран В. Оцінка стійкості перспективного селекційного матеріалу картоплі проти основних хвороб та шкідників на природному та інфекційному фоні. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Картоплярство»*. 2022. Вип. 46. С. 163–181. <https://potato-journal.com.ua/index.php/journal/article/view/13>
 34. Бондарчук А. А., Колтунов В. А. (Ред.). Картоплярство: методика дослідної справи. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2019. https://www.ikar.org.ua/_files/ugd/69bb4c_77462c9ea8804515b090c3254bffeada.pdf
 35. Трибель С. О., та ін. Методологія оцінювання сортозразків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб. Київ: Аграрна наука, 2013. 264 с.
 36. Трускавецький, Р. С., Зубковська, В. В., Паламарь, Н. Ю. Вплив глейових процесів на фосфатний стан ґрунтів. *Вісник аграрної науки*, 2018. № 1. С. 18–24. doi.org/10.31073/agroviznyk201801-03
 37. Шувар І. Про родючість підставу потрібно дбати постійно (продовження). *Агрономія сьогодні*. 2011. 29 листопада. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/191-pro-rodichist-hruntu-treba-dbaty-postiino-prodovzhennia.html> (дата звернення: 24.02.2025).
 38. Роль фосфору при вирощуванні картоплі. Yara Україна. <https://www.yara.ua/crop-nutrition/potatoes/key-facts/growth-stage/role-of-phosphate/> (дата звернення: 24.02.2025).
 39. Положенець В. М., Станкевич С. В., Фурдига М. М., Немерецька, Л. В. Журавська І. А., Станкевич М. Ю. Інтегрований захист картоплі від хвороб, шкідників і бур'янів. Житомир: ПП «Рута», 2024. 428 с. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/49324>

REFERENCES:

1. Naumann, M., Koch, M., Thiel, H., Gransse, A., & Pawelzik, E. (2020). The importance of nutrient management for potato production part II: Plant nutrition and tuber quality. *Potato Research*. 63, 121–137. <https://doi.org/10.1007/s11540-019-09430-3>
2. Rady, A. M., & Guyer, D. E. (2015). Rapid and/or nondestructive quality evaluation methods for potatoes: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 117, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.002>

3. Chang, J., Liao, D., Li, J., Li, J., Li, Z., Chen, X., Song, Z., & Zhang, B. (2024). Calcium deficiency leads to fruit blackheart formation by disrupting glycometabolism and phenylpropanoid metabolism in wax gourd. *Postharvest Biology and Technology*. 211, 112851. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112851>
4. Sowokinos, J. R. (2007). Internal physiological disorders and nutritional and compositional factors that affect market quality. In D. Vreugdenhil, J. Bradshaw, C. Gebhardt, F. Govers, D. K. L. Mackerron, M. A. Taylor, & H. A. Ross (Eds.), *Potato biology and biotechnology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044451018-1/50065-8>
5. Lombardo, S., Lo Monaco, A., Pandino, G., Parisi, B., & Mauromicale, G. (2013). The phenology, yield and tuber composition of 'early' crop potatoes: A comparison between organic and conventional cultivation systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 28(1), 50–58. <https://doi.org/10.1017/S1742170511000640>
6. Brazinskiene, V., Asakaviciute, R., Miezelienė, A., Alencikiene, G., Ivanauskas, L., Jakstas, V., ... & Razukas, A. (2014). Effect of farming systems on the yield, quality parameters and sensory properties of conventionally and organically grown potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Food Chemistry*. 145, 903–909. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.011>
7. Mikitzel, L. (2014). Tuber physiological disorders. In D. A. Navarre & M. J. Pavek (Eds.), *The Potato: Botany, Production and Uses*. CABI, 237–254. <https://doi.org/10.1079/9781780642802.0237>
8. Deblonde, P. M. K., & Ledent, J. F. (2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy*. 14, 31–41. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(00\)00081-2](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(00)00081-2)
9. Dahal, K., Li, X.-Q., Tai, H., Creelman, A., & Bizimungu, B. (2019). Improving potato stress tolerance and tuber yield under a climate change scenario – a current overview. *Frontiers in Plant Science*. 10, 563. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00563>
10. Yencho, G. C., McCord, P. H., Haynes, K. G., Henninger, M. R., & Clough, M. E. (2008). Internal heat necrosis of potato—A review. *American Journal of Potato Research*. 85, 69–76. <https://doi.org/10.1007/s12230-008-9008-4>
11. Potatoes South Africa. (2016). Physiological tuber disorders fact sheet. <https://www.potatoes.co.za/wp-content/uploads/2022/09/11.-Physiological-Tuber-Disorders-Fact-Sheet-2016.pdf>
12. Nxumalo, K. A., Masarirambi, M. T., Mabuza, M., Muziri, T., & Masarirambi, T. (2017). Common physiological disorders of white/Irish potato (*Solanum tuberosum*) tubers produced in Swaziland: A review. *Journal of Agronomy and Agricultural Science*. 1, 001. <https://doi.org/10.24966/AAS-8292/100001>
13. Schumann, M. J., Zeng, Z.-B., Clough, M. E., & Yencho, G. C. (2017). Linkage map construction and QTL analysis for internal heat necrosis in autotetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics*. 130, 2045–2056. <https://doi.org/10.1007/s00122-017-2941-1>
14. Pentangelo, A., Raimo, F., Parisi, B., Mandolino, G., & Pane, C. (2021). Effects of highly concentrated KCl foliar spray for managing the occurrence of the internal brown spot, a physiological disorder of potato tubers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 96(4), 527–537. <https://doi.org/10.1080/14620316.2020.1869108>
15. Gautam, S., Pandey, J., Scheuring, D. C., Koym, J. W., & Vales, M. I. (2024). Genetic basis of potato tuber defects and identification of heat-tolerant clones. *Plants*. 13(5), 616. <https://doi.org/10.3390/plants13050616>
16. Zarzyńska, K., & Boguszewska-Mańkowska, D. (2024). Commercial quality of potato tubers of different varieties from organic and conventional production system. *Agronomy*. 14(4), 778. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040778>
17. Palta, J. P. (2010). Improving potato tuber quality and production by targeted calcium nutrition: the discovery of tuber roots leading to a new concept in potato nutrition. *Potato Research*. 53, 267–275. <https://doi.org/10.1007/s11540-010-9163-0>
18. Sterrett, S. B., Haynes, K. G., Yencho, G. C., Henninger, M. R., & Vinyard, B. T. (2006). 4×–2× potato clones with resistance or susceptibility to internal heat necrosis differ in tuber mineral status. *Crop Science*. 46, 1471–1478. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.06-0093>
19. Monk, L. S., McPhail, D. B., Goodman, B. A., & Davies, H. V. (1989). An electron spin resonance investigation of internal rust spot, a physiological disorder of the potato tuber. *Free Radical Research Communications*. 5(6), 345–350. <https://doi.org/10.3109/10715768909073417>
20. Sterrett, S. B., Henninger, M. R., & Lee, G. S. (1991). Relationship of internal heat necrosis of potato to time and temperature after planting. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 116(4), 697–700. <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.4.697>
21. Sterrett, S., Lee, G., Henninger, M., & Lentner, M. (1991). Predictive model for onset and development of internal heat necrosis of Atlantic potato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 116(4), 701–705. <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.4.701>
22. Raimo, F., Pentangelo, A., Pane, C., Parisi, B., & Mandolino, G. (2018). Relationships between internal brown spot and skin roughness in potato tubers under field conditions. *Potato Research*. 61, 327–339. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9380-5>
23. Hajjar, G., Quéllec, S., Pépin, J., Challos, S., Joly, G., Bontemps, J. D., Belin, É., Prevost, J., & Gorretta, N. (2021). MRI investigation of internal defects in potato tubers with particular attention to rust spots induced by water stress. *Postharvest Biology and Technology*. 180, 111600. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111600>
24. Ibrahim, A., Grassi, M., Lovati, L., Bruno, P., Spinelli, L., Torricelli, A., Rizzolo, A., & Vanoli, M. (2020). Non-destructive detection of potato tubers internal defects: critical insight on the use of time resolved spectroscopy. *Advances in Horticultural Science*. 34(1S), 43–51. <https://doi.org/10.13128/ahsc-7653>
25. Muraviov, V. O., Melnyk, O. V., Dukhina, N. H., Semybratska, T. V., & Uriupina, L. M. (2020). Vyroshchuvannia kartopli v umovakh Skhidnoho Lisostepu Ukrainy: rekomendatsii [Growing potatoes in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine: recommendations]. Vinnytsia: Tvory, 48. Retrieved from https://ovoch.com/assets/files/library/methodical/2020/5-verstka_muravjov_a51.pdf [in Ukrainian].

26. Zalizysta pliamistist (irzhavist bulb) [Rusty spot of tubers]. Elitkartoplia. Retrieved from <https://www.elitkartofel.com/zalizista-plyamistist-irzhavist-bulb> (Accessed: 24.02.2025) [in Ukrainian].
 27. Tesliuk, P. S., Kushchenko, V. S., Podhaetskyi, A. A., Myhlovets, O. P., Demkovych, Ya. B., Borivskyi, A. F., Tesliuk, L. P., & Kupriyanov, V. P. (2017). Khvoroby ta shkidnyky kartopli, zakhody borotby z nymy [Diseases and pests of potatoes, measures to control them]. Kyiv: Ridzhi, 232. ISBN 978-966-2544-29-9 [in Ukrainian].
 28. Oliinyk, T. M. (2019). Istoriia rozvytku selektsii kartopli na Polissii doslidnii stantsii imeni O.M. Zasukhina (1914–2018) [History of potato breeding development at the Polissia Research Station named after O.M. Zasukhin (1914–2018)]. *Istoriia nauky i bihrafistyka – History of Science and Biographistics*, 2. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/INB_Title_2019_2_16 [in Ukrainian].
 29. Bielova, O. D. (1932). Zalozyvata pliamistist klubniv kartopli [Glandular spotting of potato tubers]. *Ukrainska zonalna stantsiia kartopliarstva – Ukrainian Zonal Potato Research Station*, 48, 23 [in Ukrainian].
 30. Rozhalin, L. V. (1936). Pryroda zalizystoi pliamystosti bulb kartopli [Nature of rusty spot of potato tubers]. *Pratsi Poliskoi silskohospodarskoi stantsii – Proceedings of the Polissia Agricultural Station*, 6, 67–76 [in Ukrainian].
 31. Podhaetskyi, A. A., & Pysarenko, N. V. (2004). Vydilennia mizhsortovykh i mizhvydivykh hibrydiv kartopli, stiikykh proty zalizystoi pliamystosti bulb [Selection of intervarietal and interspecies potato hybrids resistant to rusty spot of tubers]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: «Agronomy and Biology»*, 12(10), 23–29 [in Ukrainian].
 32. Pysarenko, N. V., Sydorchuk, V. I., & Hordienko, V. V. (2021). Otsinka sortiv i vykhidnoho selektsiinoho materialu za stiikistiu proty irzhavoi pliamystosti bulb [Evaluation of varieties and initial breeding material for resistance to rusty spot of tubers]. *Problemy ahrarnoho vyrobnytstva na suchasnomu etapi i shliakhy yikh vyrishennia: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenii iubileinym datam vid dnia narodzhennia vydatnykh vchenykh-roslynnykiv: 130-richchiu vid dnia narodzhennia doktora biol. nauk, profesora Lva Mykolaiovycha Delone; 120-richchiu vid dnia narodzhennia kandydata s.-h. nauk Sofii Mykhailivny Fridental (1-2 lyupnia 2021 r.) [Problems of agricultural production at the present stage and ways to solve them: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the anniversaries of outstanding plant scientists: the 130th anniversary of the birth of Doctor of Biological Sciences, Professor Lev Mykolaiovych Delone; the 120th anniversary of the birth of Candidate of Agricultural Sciences Sofia Mykhailivna Fridental (July 1-2, 2021)]*. Kharkiv: Instytut roslinnytstva imeni V.Ya. Yuriieva NAAN, 233–237 [in Ukrainian].
 33. Sydorchuk, V., Pysarenko, N., Taktaiev, B., & Sobran, V. (2022). Otsinka stiikosti perspektyvnoho selektsiinoho materialu kartopli do osnovnykh khvorob ta shkidnykh na pryrodnomu ta infektsiynomu tli [Evaluation of resistance of promising potato breeding material to major diseases and pests against natural and infectious background]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Doslidzhennia kartopliarstva» – Interdepartmental Thematic Scientific Collection «Potato Research»*, 46, 163–181. Retrieved from <https://potato-journal.com.ua/index.php/journal/article/view/13> [in Ukrainian].
 34. Bondarchuk, A. A., & Koltunov, V. A. (Eds.). (2019). Kartopliarstvo: metodyka doslidnoi spravy [Potato growing: methodology of experimental work]. Vinnytsia: TOV «TVORY». Retrieved from https://www.ikar.org.ua/files/ugd/69bb4c_77462c9ea8804515b090c3254bf-feada.pdf [in Ukrainian].
 35. Trybel, S.O., et al. (2013). Metodolohiia otsiniuvannia sortozrazkiv kartopli na stiikist proty osnovnykh shkidnykh i zbudnykh khvorob [Methodology for evaluating potato varieties for resistance to major pests and pathogens]. Kyiv: Ahrarna nauka, 264 [in Ukrainian].
 36. Truskavetskyi, R. S., Zubkovska, V. V., & Palamar, N. Yu. (2018). Vplyv hleiovkykh protsesiv na fosfatnyi stan rruntyv [Impact of gleying processes on the phosphate status of soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, (1). Retrieved from https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_01_03.pdf (Accessed: 24.02.2025) [in Ukrainian].
 37. Shuvar, I. (2011, November 29). Pro rodyuchist rruntyu potribno dbaty postijno (prodovzhennia) [Soil fertility must be constantly maintained (continuation)]. *Ahronomiia sohodni – Agronomy Today*. Retrieved from <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/191-pro-rodychist-rruntyu-treba-dбаты-postijno-prodovzhennia.html> (Accessed: 24.02.2025) [in Ukrainian].
 38. Roli fosforu pry vyroshchuvanni kartopli [The role of phosphorus in potato cultivation]. (n.d.). Yara Ukraina. Retrieved from <https://www.yara.ua/crop-nutrition/potatoes/key-facts/growth-stage/role-of-phosphate/> (Accessed: 24.02.2025) [in Ukrainian].
 39. Polozhenets, V. M., Stankevych, S. V., Furdyha, M. M., Nemerytska, L. V., Zhuravska, I. A., & Stankevych, M. Yu. (2024). Intehrovanyi zakhyst kartopli vid khvorob, shkidnykh i bur'ianiv [Integrated potato protection against diseases, pests, and weeds]. Zhytomyr: PP «Ruta», 428. Retrieved from <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/49324> [in Ukrainian].
- Писаренко Н.В., Фурдига М.М., Захарчук Н.А., Гордієнко В.В. Скринінг гібридів та сортів картоплі на стійкості до іржавої плямистості бульб в умовах Центрального Полісся України**
- У статті представлено результати багаторічного дослідження (2018–2024 рр.) стійкості селекційного матеріалу картоплі до іржавої плямистості бульб, проведеного на провокаційних фонах в лабораторії селекції Поліського дослідного відділення Інституту картоплярства. **Метою** дослідження було встановити ефективність різних методів гібридизації для створення стійкого до іржавої плямистості селекційного матеріалу картоплі та дослідити вплив погодних умов на розвиток фізіологічного дефекту з метою ідентифікації перспективних генотипів для подальшої селекції. Для досягнення мети було використано міжсортіві гібриди власної селекції, міжвидові гібриди лабораторії генетичних ресурсів ІК та сорти різних груп стиглості української селекції. **Методи:** польовий – візуальне оцінювання поширення та ступеня розвитку хвороби на бульбах картоплі, вирощених на провокаційному фоні; статистичний – аналіз впливу погодних факторів на поширення і розвиток іржавої плямистості бульб картоплі з використанням

кореляційного та регресійного аналізу. Дослідження проводилися шляхом порівняльного аналізу стійкості міжсортних та міжвидових гібридів і сортів картоплі до іржавої плямистості бульб за конкретним роком досліджень, ідентифікації перспективних гібридів і сортів за результатами багаторічного оцінювання (середнє за три роки) та аналізу впливу погодних факторів на розвиток ураження хворобою. **Результати досліджень.** Встановлено, що міжсортна гібридизація є найбільш ефективним методом створення стійкого до іржавої плямистості матеріалу. Міжсортні гібриди характеризуються найвищим рівнем стійкості та найменшою мінливістю цього показника. Міжвидові гібриди демонструють значну мінливість рівня стійкості залежно від року. Натомість сорти картоплі характеризуються найнижчою стійкістю, найбільшою мінливістю цього показника та переважанням форм із середнім рівнем резистентності, що є наслідком селекційної стабілізації ознаки. Аналіз резистентності окремих сортів картоплі виявив значні відмінності між ними, зокрема, від стабільної стійкості в сорту Партнер до високої сприйнятливості проти іржавої плямистості в сорту Серпанок, що свідчить про вплив як генетичних особливостей сорту так і абіотичних факторів на прояв фізіологічного дефекту. Регресійний аналіз (2015–2024 рр.) виявив, що температура повітря у серпні, опади у червні та серпні є ключовими факторами, що впливають на розвиток іржавої плямистості бульб. **Висновок.** Результати дослідження підкреслюють важливість комплексного підходу до методів селекції при створенні резистентних проти іржавої плямистості сортів картоплі, враховуючи як генетичні особливості, так і вплив абіотичних факторів, таких як температура повітря та опади. Перспективні гібриди та сорти картоплі, виділені в ході дослідження, є цінним селекційним матеріалом для створення сортів, стійких до внутрішніх фізіологічних дефектів бульб.

Ключові слова: картопля, міжсортні гібриди, міжвидові гібриди, сорти, іржава плямистість бульб, стійкість, абіотичні фактори.

Pysarenko N.V., Furdyha M.M., Zakharchuk N.A., Hordiienko V.V. Screening of potato hybrids and varieties for resistance to rust spot in tubers under the conditions of Central Polissia of Ukraine

The article presents the results of a long-term research (2018–2024) on the resistance of potato breeding material to rust spot, conducted under challenge conditions in the breeding laboratory of the Polissia Research Department, Institute for Potato Research. The research aimed to establish the effectiveness of different hybridization methods for

creating potato breeding material resistant to rust spot and to investigate the influence of weather conditions on the development of this physiological defect, in order to identify promising genotypes for further breeding. To achieve this aim, intervarietal hybrids developed through our own breeding, interspecific hybrids from the genetic resources laboratory of the Institute for Potato Research, and varieties from different maturity groups of Ukrainian breeding were utilized. **Methods:** field method – visual assessment of the spread and degree of disease development on potato tubers grown under challenge conditions; statistical method – analysis of the influence of weather factors on the spread and development of rust spot in potato tubers using correlation and regression analysis. The research was conducted through a comparative analysis of the resistance of intervarietal and interspecific hybrids and potato varieties to rust spot in tubers by specific year of studies, identification of promising hybrids and varieties based on the results of multi-year evaluation (average for three years), and analysis of the influence of weather factors on disease development. **Research results.** It was established that intervarietal hybridization is the most effective method for creating material resistant to rust spot. Intervarietal hybrids are characterized by the highest level of resistance and the least variability of this indicator. Interspecific hybrids demonstrate significant variability in resistance level depending on the year. In contrast, potato varieties are characterized by the lowest resistance, the greatest variability of this indicator, and the predominance of forms with a medium level of resistance, which is a consequence of the breeding stabilization of the trait. Analysis of the resistance of individual potato varieties revealed significant differences between them, in particular, from stable resistance in the Partner variety to high susceptibility to rust spot in the Serpanok variety, which indicates the influence of both genetic characteristics of the variety and abiotic factors on the manifestation of the physiological defect. Regression analysis (2015–2024) revealed that air temperature in August, precipitation in June and August are key factors influencing the development of rust spot in tubers. **Conclusion.** The research results emphasize the importance of an integrated approach to breeding methods when creating potato varieties resistant to rust spot, taking into account both genetic characteristics and the influence of abiotic factors such as air temperature and precipitation. Promising potato hybrids and varieties identified during the research are valuable breeding material for creating varieties resistant to internal physiological tuber defects.

Key words: potato, intervarietal hybrids, interspecific hybrids, varieties, rust spot in tubers, resistance, abiotic factors.

РЕПРОДУКТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ (*PINUS SILVESTRIS* L.) ФІНСЬКОГО ПОХОДЖЕННЯ НА КЛОНОВІЙ ПЛАНТАЦІЇ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

ЮРКІВ З.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-1363-9746

Державне підприємство «Вінницька лісова науково-дослідна станція»

МАТУСЯК М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0001-8099-7290

Вінницький національний аграрний університет

ЦИГАНСЬКА О.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0002-4046-1034

Вінницький національний аграрний університет

АМОНС С.Е. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

orcid.org/0000-0003-1193-2543

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Зростання антропогенного впливу на лісові екосистеми підвищує вразливість лісових насаджень до абіотичних (зміни клімату, екстремальні погодні явища, забруднення) та біотичних факторів (масове розмноження шкідників, поширення хвороб). Це призводить до порушення фізіологічних процесів у деревних видів, знижує їхню здатність до природного відновлення та загрожує довгостроковій стабільності й функціонуванню лісових екосистем [8].

На даний час сучасне лісове господарство стикається з низкою викликів, зумовлених як антропогенним впливом, так і змінами клімату, що призводять до погіршення стану лісових екосистем [1]. Втрата біологічної стійкості лісів, зниження їх продуктивності, поширення хвороб і шкідників ставлять під загрозу ефективність традиційних методів лісовідновлення та стабільність лісових біоценозів [2-3]. У цьому контексті особливої уваги набуває розробка інноваційних підходів до ведення лісового господарства, серед яких перспективним напрямом є селекційні методи та безпосереднє використання клонів плантацій [4].

Хоча сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.) добре відновлюється природним шляхом як під наметом лісу, так і на відкритих не задернілих ділянках однак, дуже часто самосів сосни гине внаслідок рубок головного користування та інших причин (жаркі і посушливі роки), а наступне природне відновлення породи з насіння від стін лісу на задернілих зрубках проходить незадовільно. Тому, в більшості випадків, для заліснення ділянок доводиться створювати лісові культури. Це питання особливо є актуальним на даний час, коли внаслідок ксерофітизації лісорослинних умов під час жарких і посушливих років, спостерігається всихання сосни на Поліссі, а отже зростають обсяги штучного відновлення породи, що підкреслює важливість подальшого дослідження цього виду в умовах сучасних кліматичних змін [7, 9].

Клонові плантації сосни звичайної розглядаються як ефективний спосіб забезпечення сталого відновлення лісів, підвищення їх продуктивності та адаптації до змін навколишнього середовища. Використання селекційно покращеного матеріалу сприяє збільшенню приросту

лісових насаджень, оптимізації використання лісових ресурсів та зменшенню впливу стресових факторів на лісові екосистеми [6]. Водночас, незважаючи на потенційні переваги, залишається низка не вирішених питань щодо довготривалого ефективного використання таких плантацій, їхньої екологічної адаптивності та економічної доцільності масштабного впровадження.

Також, незважаючи на значні успіхи у використанні клонів плантацій, залишається ряд відкритих питань, які пов'язані із репродуктивною здатністю та стійкістю соснових деревостанів. Саме тому подальше вивчення цього питання є актуальним і необхідним для вдосконалення методів лісового насінництва з метою покращення лісогосподарських практик.

Актуальність дослідження полягає також і в необхідності комплексного аналізу репродуктивних процесів на клонів плантаціях та оцінки їх ефективності в умовах кліматичних змін. Проведені дослідження дозволять визначити перспективи використання селекційного матеріалу, сформулювати рекомендації щодо створення стійких лісових насаджень та сприятимуть розробці науково обґрунтованих підходів до лісовідновлення в сучасних умовах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Соснові ліси природного походження поширені майже у всіх природно-кліматичних зонах України, займаючи найбільшу частину площі лісових деревних видів – близько 3361 тис. га, що становить приблизно 35% загальної вкритої лісом площі. Така значна поширеність пояснюється біологічними особливостями цього виду. Сосна є невибагливою до родючості ґрунтів і завдяки цьому здатна успішно конкурувати з більшістю інших лісоутворюючих порід, особливо на бідних піщаних та супіщаних ґрунтах, майже повністю витісняючи в цих умовах інші види і формуючи при цьому високопродуктивні в більшості випадків чисті насадження [7, 11].

Завдяки високій адаптивності до різних екологічних умов, сосна звичайна займає значну площу свого поширення. Порівняно з іншими видами сосни, які ростуть на території Євразії та Північної Америки, її сучасний ареал є найбільшим [5, 12]. Ця порода вирізняється широким діапазоном екологічної стійкості, значною

морфологічною мінливістю та стійкістю до несприятливих факторів навколишнього середовища [9]. За сприятливих ґрунтово-кліматичних умов сосна звичайна має значну швидкість росту. Вона відзначається високою холодо- та посухостійкістю, є світлолюбною та не вибагливою до ґрунтових умов. Цей вид здатний рости на різних типах ґрунтів – від підзолистих із легким механічним складом до чорноземних бурих ґрунтів, заболочених територій і навіть кам'янистих розсипів. Навіть на найбідніших ґрунтах сосна формує високопродуктивні насадження [6, 7, 14].

Багато науковців [3, 7, 10] підтверджують, що сосна звичайна має значну внутрішньовидову мінливість у межах свого великого трансконтинентального ареалу. Вона утворює чітко виражені екотипи, особливості яких передаються по спадковості. Проте саме фінський екотип викликає особливий інтерес завдяки своїй підвищеній морозостійкості та здатності пристосовуватися до суворих кліматичних умов. Дослідження свідчать, що сосна звичайна фінського походження успішно витримує тривалі періоди низьких температур, зберігаючи при цьому високу продуктивність навіть у межах короткого вегетаційного періоду [14].

З огляду на це, під час вирощування цієї породи особливу увагу необхідно приділяти походженню насіння, враховуючи як його географічне розташування, так і специфіку лісорослинних умов у межах кожного лісо-насінного району.

Наукові дослідження свідчать, що селекційне вирощування клонових плантацій сосни звичайної сприяють отриманню садивного матеріалу із покращеними морфологічними та фізіологічними характеристиками, що підвищує загальну продуктивність насаджень [7]. Водночас існує необхідність оцінки впливу цих технологій на збереження генетичного різноманіття, їхньої ролі в адаптації лісових екосистем до кліматичних змін та можливих ризиків, пов'язаних із спрощенням генетичної мінливості.

Мета роботи полягала в дослідженні інтенсивності утворення генеративних органів та оцінка стану репродуктивних функцій клонових плантацій сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції в умовах кліматичних змін з метою подальшого використання лісового насіння підвищеної селекційної цінності у лісогосподарській практиці.

Об'єктами дослідження були клони сосни звичайної фінського походження, дерева місцевої популяції та інтенсивність утворення репродуктивних органів.

Матеріали і методика досліджень. Дослідження щодо вивчення репродуктивних процесів були розпочаті із наступних років після створення клонової плантації. Початкові дослідження полягали у підрахунку кількості новоутворених шишок кожного клону. Такі роботи були проведені протягом 1995–2009 рр. Починаючи із 2010 року нами проводилися регулярні дослідження щодо утворення мікростробілів та макростробілів. Це дало можливість виявити найбільш продуктивні генотипи за їх станом та насінненістю. З метою оцінювання сучасного стану репродуктивних процесів, у 2024-му році здійснено черговий облік утворення

мікростробілів та макростробілів, а також оцінено стан дерев.

Методика оцінювання утворення генеративних органів передбачала: візуальний контроль наявності та інтенсивності формування мікростробілів і макростробілів у період активного цвітіння (квітень-червень 2024 р.). Оцінку інтенсивності утворення шишок проводили за 5-бальною шкалою А.А. Корчагіна [3] від 1 до 5 балів, де 1 – мінімальне плодоношення, 5 – максимальна кількість генеративних органів на особині. Одержані результати узагальнено у вигляді середніх бальних оцінок формування мікро- та макростробілів. Бал утворення шишок визначали для кожного дерева на плантації, та для порівняння, у досліджуваних особин місцевої популяції. Статистичні параметри розраховували за допомогою стандартного пакету програм *Excel*.

Результати досліджень. На сьогодні спостерігається тенденція до активного розвитку лісового господарства, що супроводжується дедалі ширшим впровадженням селекційних методів і наукових досягнень у процес вирощування лісових насаджень. Одним з основних завдань лісового насінництва є раціональне використання генетичного потенціалу високопродуктивних насаджень головних лісотвірних видів та забезпечення лісокультурного виробництва високоякісним репродуктивним матеріалом з цінними спадковими властивостями. Виконання цих завдань неможливе без подальшого удосконалення організації і ведення лісонасінневої справи, основою якої є одержання насіння лісових видів дерев з цінними спадковими властивостями та високими посівними якостями для створення високопродуктивних і високоякісних поколінь лісу. Вирішити це завдання можна завдяки ефективному функціонуванню та раціональному використанню об'єктів постійної лісонасінневої бази на селекційній основі, що передбачає використання для збору насіння цінних високопродуктивних плюсових насаджень (ПН), плюсових дерев (ПД), лісонасінних плантацій (ЛНП).

Ефективне використання об'єктів постійної лісонасінної бази, дослідження спадкових властивостей деревних видів, їх мінливості може значно підвищити господарську цінність і продуктивність лісів нашої держави. Наявність об'єктів ПЛНБ сосни звичайної та заготівля насіння з них наведено в табл. 1.

Як видно з табл. 1 найбільша кількість покращеного насіння (915,0 кг) у 2024 році по Україні заготовлена на ЛНП. Дуже маленький відсоток заготівлі насіння в плюсових насадженнях, а з плюсових дерев насіння сосни звичайної у 2024 році не заготовлялося. Мала кількість заготівлі насіння з плюсових дерев хвойних видів, в основному спричинена відсутністю механізмів в лісогосподарських підприємствах, які б дозволили підняття в крону на значну висоту. Тому на даний час, основним джерелом отримання селекційно покращеного насіння є лісонасінні плантації

Згідно звітних матеріалів ДО «Український ЛСЦ» найбільшу площу атестованих об'єктів ПЛНБ по Україні займають два основні лісоутворюючі види – дуб звичайний і сосна звичайна. При цьому площа об'єктів ПЛНБ дуба звичайного є дещо більша в порівнянні з сосною

Таблиця 1

Наявність атестованих об'єктів ПЛНБ сосни звичайної в Україні та заготівля насіння з них

Об'єкти ПЛНБ	Наявність станом на 01.01.2025 р.	Заготовлено насіння у 2024 році, кг			% від загальної заготівлі насіння сосни звичайної
		покрашене	нормальне	разом	
Плюсові дерева, шт.	1296	-	-	-	-
Плюсові насадження, га	570,2	19,0	-	19,0	0,2
Лісоснасінні плантації, га	586,7	915,0	-	915,0	11,4
Постійні лісоснасінні ділянки, га	1319,2	258,0	748,0	1006,0	12,5
Генетичні резервати, га	6001,6	-	576,0	576,0	7,2
Всього насіння з об'єктів ПЛНБ	-	1192,0	1324,0	2516,0	31,3

звичайною, за винятком лісоснасінних плантацій. Так, кількість плюсових дерев сосни звичайної є 1296 шт., а дуба звичайного – 1535 шт.; плюсових насаджень сосни – 570,2 га, дуба – 1365,5 га; ЛНП сосни 586,7 га, дуба – 423,0 га; ПЛНД сосни – 1319,2 га, дуба – 10908,7 га; генетичних резерватів сосни – 6001,6 га, дуба – 7811,6 га. Площа атестованих лісоснасінних плантацій сосни звичайної по Україні є найбільшою в порівнянні з іншими видами, однак цієї площі недостатньо для повного забезпечення потреб лісовідновлення та лісорозведення селекційно покращеним насінням сосни звичайної.

У багатьох країнах світу швидкими темпами розвивається плантаційне насінництво деревних порід. Окрім основної функції – забезпечення високоякісного насіння лісових порід, клонові насінневі плантації відіграють важливу роль у збереженні генофонду відповідних деревних видів. Адже існування цінних генетичних ресурсів, зокрема плюсових дерев, опиняється під загрозою через численні фактори абіотичного та біотичного походження. Перенесення їхнього біологічного матеріалу на клонові плантації дає змогу повністю зберегти унікальні генотипи, мінімізуючи ризик їхньої втрати [1-5].

На даний час в США, Канаді, багатьох Європейських державах, а особливо у Фінляндії основним джерелом одержання насіння основних лісоутворюючих хвойних видів є спеціальні лісоснасінні плантації, де заготовляють більше 90% селекційно покращеного насіння для лісогосподарських потреб. Враховуючи, що площа насаджень сосни звичайної в Україні становить 35% (3,36 млн га) від усієї вкритої лісом площі, то для забезпечення потреб лісового господарства 90% і більше селекційно покращеним насінням, площу ЛНП сосни звичайної необхідно суттєво збільшити враховуючи поширення даного виду по лісорослинних зонах.

Досліджувана клонова плантація сосни звичайної створена весною 1992 року. Загальна площа плантації становить 2,58 га (у тому числі продуктивна площа – 1,99 га). Категорія ділянки – землі сільськогосподарського призначення, рілля. Ділянка підготовлена шляхом системи чорного пару після зернових. На ділянці була проведена попередня зяблева оранка восени 1991 року. У весняний період 1992 року було проведено одночасне боронування та рихлення ґрунту на глибину 26–30 см. Рельєф та експозиція схилу – рівнинний, рівний. Тип умов місцезростання – свіжий гroud.

Переважаючий тип ґрунту – темно-сірий лісовий, середньо суглинистий.

Плантація створена щепленими саджанцями сосни звичайної із закритою кореневою системою. Загальна кількість клонів фінського походження – 30 а також 1 – місцевий контроль. У 2016 році на клонових плантації сосни звичайної фінського походження проведено чергові обліки утворення мікро- та макростробілів та насінношення.

Проведений попередній аналіз збереженості клонів на плантації сосни звичайної протягом 1993–1999 рр. вказав на їх незначний відпад. Із усіх 400 представлених клонів було відмічено всихання лише 5 (клони E2257, E620, E2226, K294). Станом на 2012 рік частина плантації була загущена за рахунок росту супутніх порід та чагарників. Впродовж наступних років (2013–2018 рр.) було проведено видалення супутніх порід у міжряддях. Такі заходи були проведені на ділянці двічі.

У 2012–2024 роках проведено чергові обліки збереженості клонів на плантації. На ділянці спостерігається високий рівень збереженості, який складає близько 95%. За початкової кількості 413 клонів, загинуло – 22. Загальний відпад клонів у розрізі представниць становив 1–4 дерева. Найвищий відпад був характерний для клонів: E2312 (33,3%), E2257 (20,0%) K801 (20,0%). Більша частина клонів, у тому числі потомства місцевого походження, характеризуються 100% збереженістю. Інші частина клонів характеризується незначним відпадом – у межах 7–8%.

Середня інтенсивність утворення шишок впродовж 2011–2024 років коливалася у межах 1,3–2,5 балів (табл. 2).

Регулярні спостереження за формуванням репродуктивних органів на плантації проводилися з 1994–1996 рр. по 1999 р. та впродовж 2011–2024 рр. За результатами подеревного обліку утворення шишок 1996–2024 рр., виявлено стабільно високий урожай у місцевого контролю (2,4 бали), а також у клонів фінського походження E80 (2,6 бали) та E709 (2,4 бали). Низьким рівнем насінношення відрізнялися клони K 917, E615A, K294, K684, K801 (середній бал утворення шишок – 1,4–1,5 балів). Інтенсивність насінношення змінювалася у залежності від погоднокліматичних умов та генетичних властивостей клонів.

У 2024-му році проведено оцінювання стану та репродуктивних процесів на клонових плантаціях сосни звичайної фінського походження (табл. 3).

Таблиця 2

Особливості формування 2-річних шишок сосни звичайної на клоновій плантації впродовж 2011–2024 рр.

Походження	Рік проведення обліків											Серед.
	11	12	13	14	16	17	18	21	22	23	24	
E80	3,3	1,8	2,6	2,8	2,4	3,4	3,4	2,8	1,6	2,1	1,9	2,6
E615A	1,9	0,9	1,6	1,5	2,0	1,6	0,7	1,4	0,8	2,2	2,0	1,5
E616Д	1,9	1,7	2,0	1,4	2,8	2,6	2,1	1,0	0,9	1,8	2,5	1,9
E618	2,4	1,5	1,7	1,4	3,4	2,5	2	2,2	1,3	1,5	1,3	1,9
E620	2,1	0,9	2,1	1,9	1,9	2,2	0,8	1,9	0,8	2,5	2,2	1,8
E627	1,8	1,2	2,3	1,5	2,2	1,9	1,6	1,4	1,0	1,5	2,1	1,7
E636C	1,8	1,2	2,5	2,4	2,6	3,1	2,1	1,5	1,6	2,1	2,2	2,1
E2226	1,6	1,2	1,6	1,3	2,3	2,1	1,1	3,3	1,4	2,4	2,0	1,8
E709	3,1	1,8	2,7	2,5	2,9	3,7	2,2	1,4	1,1	2,1	2,4	2,4
E729	2,6	1,4	2,2	1,7	2,6	2,7	1,8	1,4	1,1	1,9	1,6	1,9
E1591	2,1	1,1	2,1	1,2	2,1	2,8	2,2	1,1	0,6	2,4	1,8	1,8
E1881	1,3	0,7	2,1	1,6	2,6	2,1	2,3	1,2	1,2	2,1	1,8	1,7
E1883	1,5	1,5	2,0	2,2	2,2	2,6	1,9	1,5	1,2	2,3	2,3	1,9
E1944	2,1	0,9	1,7	1,6	1,8	1,9	1,5	2,3	1,1	2,1	1,8	1,7
E2125	2,2	1,0	1,7	1,6	2,2	2,8	1,8	1,3	1,2	1,9	2,2	1,8
E2131	1,6	1,4	1,4	1,7	2,1	1,9	1,9	2,2	1,3	1,6	1,9	1,7
E2209	2,5	1,4	2,3	1,9	2,7	3,6	1,5	2,5	1,5	1,6	2,8	2,2
E2254	1,9	1,7	2,2	2,0	2,6	2,9	2,1	1,8	0,9	1,8	1,5	1,9
E2257	2,1	1,2	1,8	1,6	2,1	2,7	1,6	1,6	1,2	2,2	1,9	1,8
E2312	1,7	1,4	1,4	1,7	1,6	1,8	1,7	1,6	0,8	2,6	2,2	1,7
E2650	1,6	1,3	2,1	1,7	2,4	2,6	1,5	1,6	1,2	2,6	2,0	1,9
E4039	2,2	1,2	2,0	1,2	2,2	2,7	1,9	1,4	1,3	2,6	2,9	2,0
K294	1,6	1,2	1,9	1,5	2,2	1,8	2,1	1,6	0,8	0,9	0,8	1,5
K684	1,3	1,0	1,2	1,4	2,0	1,7	1,7	1,3	0,6	2,4	2,1	1,5
K795	2,8	1,1	2,0	1,8	2,8	2,3	0,9	2,6	1,2	1,9	1,9	1,9
K801	1,6	1,0	1,4	1,7	1,5	2,1	1,6	1,3	0,8	1,5	1,8	1,5
K818	2,3	1,7	2,3	1,9	2,4	2,9	1,8	2,7	1,2	2,0	2,1	2,1
K912	1,3	1,0	1,9	1,5	1,9	2,7	1,7	1,0	0,7	2,1	2,0	1,6
K917	1,7	1,0	1,1	1,5	1,5	1,4	1,7	1,6	0,8	1,8	1,3	1,4
K919	2,0	1,7	2,3	2,2	2,2	2,6	2,2	1,9	1,2	1,8	1,9	2,0
Місц. попул.	1,9	2,5	3,3	2,2	2,3	3,8	2,6	1,7	1,4	2,3	1,9	2,4
Середнє	2,0	1,3	2,0	1,7	2,3	2,5	1,8	1,7	1,1	2,0	2,0	1,9

За даними таблиці найвищою інтенсивністю утворення мікростробілів характеризувалися клони фінського походження E-80, E2254 (4,9 бали). Найнижча інтенсивність утворення чоловічих репродуктивних органів була у клонів фінського походження K294, E627 (2,8–3,5 балів). Інтенсивність утворення мікростробілів місцевої популяції становили 3,3. Загальний середній бал утворення чоловічих репродуктивних органів у 2024-му році становив 4,1 бали.

Інтенсивність утворення макростробілів на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ») відображено у табл. 4.

З табл. 4 видно, що середній бал утворення макростробілів на плантації сосни звичайної фінського походження становив 4,1. Найвищою здатністю за утворенням жіночих репродуктивних органів відрізнялися клони E80 та E2254 (середній бал інтенсивності утворення

мікростробілів 4,9–4,6 бали). Найнижчим рівнем утворення макростробілів характеризувалися клони: K294, K912, E1944 (середня інтенсивність утворення макростробілів – 2,3–3,5 балів).

Середній бал утворення 2-річних шишок на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ») наведено у табл. 5.

Згідно наведених даних табл. 5, середній бал утворення 2-річних шишок у 2024-му році становив 2,0. Найвищою насінневою здатністю характеризувалися клони фінського походження: E80 та E620 (середній бал – 2,8–2,9). Низька репродукція була у клонів K294, K917 та E 1944 (середній бал утворення 2-річних шишок – 0,8–1,3). Інтенсивність утворення 2-річних шишок місцевої популяції становила 1,9 бали.

Стан дерев на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське

Таблиця 3

Середній бал утворення мікростробілів на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ»)

Генотип	Інтенсивність утворення мікростробілів, середня, бал	Max.	Min.	Відхил., $\pm$	Дисп.
E1591	4,8	5	4	0,4	0,1
E1881	4,5	5	4	0,5	0,2
E1883	4,8	5	4	0,4	0,1
E1944	4,1	5	3	0,7	0,4
E2125	4,8	5	4	0,4	0,1
E2131	4,1	5	3	0,5	0,3
E2209	4,6	5	4	0,5	0,2
E2226	4,4	5	4	0,5	0,2
E2254	4,9	5	4	0,3	0,1
E2257	4,0	5	3	0,8	0,6
E2312	4,4	5	3	0,6	0,4
E2650	4,3	5	3	0,7	0,5
E4039	4,8	5	4	0,4	0,1
E615A	4,8	5	4	0,4	0,1
E616Д	4,5	5	4	0,5	0,3
E618	4,6	5	4	0,5	0,2
E620	4,4	5	4	0,5	0,2
E627	3,5	5	2	1,0	1,0
E636C	4,2	5	3	0,6	0,3
E709	4,3	5	3	0,6	0,4
E729	4,5	5	3	0,7	0,5
E80	4,9	5	4	0,3	0,1
K294	2,8	5	2	0,8	0,7
K684	4,5	5	4	0,5	0,2
K795	3,8	5	3	0,7	0,4
K801	4,3	5	3	0,7	0,5
K818	4,2	5	3	0,7	0,4
K912	4,1	5	3	0,5	0,3
K917	4,5	5	3	0,6	0,4
K919	4,2	5	3	0,7	0,5
Місцевий контр.	4,1	5	3	0,6	0,4
Середе	4,3	5	2	0,7	0,5

лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ») відображено у табл. 6.

Середній індекс стану дерев сосни звичайної фінського походження у 2024-му році становив 1,7. Найкращим станом відрізнялися генотипи E80 та E2254 (середній індекс стану 1,1–1,3). Найгіршим станом характеризувалися клони K294 (3,3 бали), K 818 та K912 (2,2–2,3 бали). Середній індекс стану місцевої популяції становив 1,4 бали.

Висновки. Ефективне використання об'єктів постійної лісонасінневої бази, дасть змогу забезпечити лісгосподарські підприємства насінням підвищеної селекційної категорії, що в перспективі дасть можливість підвищити продуктивність, біологічні стійкість, господарську цінність та генетичний потенціал лісових насаджень. Основним джерелом отримання селекційно покращеного насіння сосни звичайної є ЛНП. Для

забезпечення лісового господарства 90% і вище селекційно покращеним насінням площу ЛНП сосни звичайної необхідно суттєво збільшити.

Середня інтенсивність утворення шишок сосни звичайної фінського походження на клоновій плантації впродовж 2011–2024 років коливалася у межах 1,3–2,5 балів. Виявлено стабільно високий урожай у місцевого контролю (2,4 бали), а також у клонів фінського походження E80 (2,6 бали) та E709 (2,4 бали). Низьким рівнем насінненості відрізнялися клони K 917, E615A, K294, K684, K801 (середній бал утворення шишок – 1,4–1,5 балів). Інтенсивність насінненості змінювалася у залежності від погодно-кліматичних умов та генетичних властивостей клонів.

Середній бал утворення макростробілів на плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році становив 4,1. Найвищою здатністю за утворенням

Таблиця 4

Середній бал утворення макростробілів на клоновій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ»)

Генотип	Інтенсивність утворення макростробілів, середня, бал	Max.	Min.	Відхил., $\pm$	Дисп.
E1591	4,4	5	3	0,6	0,4
E1881	4,1	5	4	0,3	0,1
E1883	4,2	5	3	0,6	0,3
E1944	3,5	5	2	0,9	0,8
E2125	4,4	5	3	0,6	0,4
E2131	4,0	5	3	0,6	0,4
E2209	4,3	5	3	0,7	0,5
E2226	4,1	5	2	0,7	0,5
E2254	4,6	5	3	0,6	0,4
E2257	3,8	5	3	0,8	0,6
E2312	4,1	5	3	0,7	0,4
E2650	4,1	5	3	0,6	0,4
E4039	4,5	5	4	0,5	0,2
E615A	4,5	5	4	0,5	0,3
E616Д	4,5	5	2	0,9	0,8
E618	4,3	5	4	0,5	0,2
E620	4,3	5	4	0,5	0,2
E627	3,6	5	2	0,8	0,7
E636C	3,9	5	2	0,9	0,8
E709	4,2	5	3	0,7	0,4
E729	4,3	5	3	0,6	0,4
E80	4,9	5	4	0,3	0,1
K294	2,3	5	1	1,2	1,4
K684	4,2	5	3	0,6	0,3
K795	4,1	5	2	0,8	0,7
K801	3,7	5	2	1,0	1,1
K818	4,1	5	2	0,9	0,8
K912	3,5	4	1	0,9	0,9
K917	3,9	5	2	0,9	0,8
K919	3,8	5	2	0,8	0,6
Місцевий контр.	3,7	5	2	0,9	0,9
Середнє	4,1	5	1	0,9	0,8

жіночих репродуктивних органів відрізнялися клони E80 та E2254 (середній бал інтенсивності утворення мікростробілів 4,9–4,6 бали). Найнижчим рівнем утворення макростробілів характеризувалися клони: K294, K912, E1944 (середня інтенсивність утворення макростробілів – 2,3–3,5 балів).

Середній бал утворення 2-річних шишок у 2024-му році становив 2,0. Найвищою насінневою здатністю характеризувалися клони фінського походження: E80 та E620 (середній бал – 2,8–2,9). Низька репродукція була у клонів K294, K917 та E1944 (середній бал утворення 2-річних шишок – 0,8–1,3). Інтенсивність утворення 2-річних шишок місцевої популяції становила 1,9 бали. Середній індекс стану дерев сосни звичайної фінського походження у 2024-му році становив 1,7. Найкращим станом відрізнялися генотипи E80 та E2254 (середній індекс стану 1,1–1,3). Найгіршим станом

характеризувалися клони K294 (3,3 бали), K818 та K912 (2,2–2,3 бали). Середній індекс стану місцевої популяції становив 1,4 бали.

Найвищою інтенсивністю утворення мікростробілів характеризувалися клони фінського походження E-80, E2254 (4,9 бали). Найнижча інтенсивність утворення чоловічих репродуктивних органів була у клонів фінського походження K294, E627 (2,8–3,5 балів). Інтенсивність утворення мікростробілів місцевої популяції становили 3,3. Загальний середній бал утворення чоловічих репродуктивних органів у 2024-му році становив 4,1 бали.

Загалом отримані результати свідчать про перспективність використання клонових плантацій сосни звичайної фінського походження. Висока репродуктивна здатність більшості клонів забезпечує ефективне використання, а варіабельність утворення макростробілів

Таблиця 5

Середній бал утворення 2-річних шишок на клонівій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році (Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ»)

Генотип	Інтенсивність утворення 2-річних шишок, середня, бал	Max.	Min	Відхил., ±	Дисп.
E1591	1,9	3	1	0,5	0,3
E1881	2,0	3	1	0,6	0,3
E1883	2,5	3	2	0,5	0,2
E1944	1,3	2	1	0,4	0,2
E2125	2,2	3	1	0,9	0,8
E2131	2,1	3	1	0,7	0,5
E2209	2,2	4	1	0,9	0,8
E2226	2,0	3	1	0,6	0,4
E2254	2,4	4	1	1,0	1,1
E2257	1,6	4	1	1,0	1,0
E2312	1,8	3	1	0,7	0,5
E2650	1,8	3	1	0,6	0,4
E4039	2,3	3	2	0,5	0,2
E615A	1,8	4	1	1,0	1,0
E616Д	2,2	3	1	0,7	0,5
E618	1,9	3	1	0,5	0,3
E620	2,8	4	1	0,7	0,6
E627	1,5	4	0	1,0	1,0
E636C	1,9	3	0	0,7	0,6
E709	2,2	4	1	0,9	0,7
E729	2,0	3	1	0,6	0,4
E80	2,9	4	1	0,9	0,8
K294	0,8	2	0	0,8	0,6
K684	2,1	3	1	0,5	0,3
K795	1,9	3	1	0,6	0,4
K801	1,8	3	0	1,0	1,0
K818	2,1	4	1	0,7	0,5
K912	2,0	4	0	1,1	1,2
K917	1,3	2	0	0,6	0,4
K919	1,9	2	1	0,3	0,1
Місцевий контр.	1,9	3	0	0,8	0,6
Середнє	2,0	4	0	0,9	0,7

вказує на необхідність селекції генотипів з високою репродуктивною здатністю. Адаптивність більшості досліджуваних дерев до місцевих умов підтверджує високу адаптивність виду до кліматичних змін. Виявлені особливості репродуктивних процесів та стану дерев дозволяють вдосконалити селекційну роботу, спрямовану на підвищення насінневої продуктивності та стійкості сосни звичайної.

Подальші дослідження репродуктивних процесів на клонівій плантації мають зосереджуватися на кількох ключових аспектах для підвищення ефективності створення та вирощування деревостанів із лісового насіння покращеної селекційної якості. Одним із пріоритетних напрямків є довготривалий моніторинг репродуктивної здатності в різних екологічних умовах. Це дозволить

оцінити як кліматичні фактори, зокрема, коливання температури та зміни режиму опадів, що впливають на утворення мікростробілів і макростробілів, а також на життєздатність насіння.

Подальші дослідження також мають враховувати фізіологічні та біохімічні механізми репродуктивного розвитку клонівих дерев. Вивчення гормональної регуляції, розподілу поживних речовин і механізмів реакції на стресові фактори, що сприятиме підвищенню успішності відтворення та покращення якості насіння. Також важливим напрямком є використання клонівих плантацій у контексті глобальних змін клімату. Дослідження адаптивних стратегій, зокрема, відбір найбільш стійких генотипів із високою репродуктивною здатністю можуть суттєво підвищити стійкість лісових екосистем на сучасному етапі.

Таблиця 6

Стан дерев на клонівій плантації сосни звичайної фінського походження у 2024-му році
(Літинське лісництво, Філія «Вінницьке ЛГ»)

Генотип	Індекс стану, бал	Max.	Min	Відхил., ±	Дисп.
E1591	1,7	2	1	0,4	0,2
E1881	1,8	2	1	0,4	0,2
E1883	1,5	2	1	0,5	0,2
E1944	1,9	3	1	0,7	0,4
E2125	1,4	2	1	0,5	0,2
E2131	1,8	3	1	0,6	0,4
E2209	1,7	2	1	0,5	0,2
E2226	1,5	2	1	0,5	0,2
E2254	1,3	2	1	0,5	0,2
E2257	2,0	3	1	0,4	0,2
E2312	1,6	3	1	0,6	0,4
E2650	1,6	2	1	0,5	0,2
E4039	1,8	2	1	0,4	0,2
E615A	1,7	2	1	0,5	0,2
E616Д	1,8	3	1	0,6	0,3
E618	1,8	3	1	0,6	0,4
E620	1,7	2	1	0,5	0,2
E627	1,8	3	1	0,5	0,3
E636C	2,1	3	1	0,5	0,2
E709	1,7	3	1	0,6	0,4
E729	1,5	3	1	0,7	0,5
E80	1,1	2	1	0,3	0,1
K294	3,3	4	2	0,6	0,4
K684	1,5	2	1	0,5	0,2
K795	1,5	2	1	0,5	0,2
K801	1,8	3	1	0,6	0,4
K818	2,2	3	1	0,7	0,4
K912	2,3	4	2	0,6	0,4
K917	1,8	3	1	0,5	0,3
K919	1,5	2	1	0,5	0,2
Місцевий контроль	1,4	3	1	0,6	0,4
Середнє	1,7	4	1	0,6	0,4

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Білоус В.І. Лісова селекція. Підручник для ВНЗ. Умань, 2003. 534 с.
- Блиств В.І., Юрків З.М., Нейко І.С., Матусяк М. В. Практичні аспекти удосконалення лісонасінного районування. *Сільське господарство та лісівництво*. № 21, 2021. С. 140-157.
- Блиств В.І., Юрків З.М., Нейко І.С., Матусяк М. В. Сучасний стан та ефективність використання постійної лісонасінневої бази Вінниччини. *Сільське господарство та лісівництво*, № 4 (27), 2022. С. 183-199. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-4-13
- Дебринюк Ю.М., Калінін М.К., Гузь М.М., Шаблій І.В. Лісове насінництво. Львів: Світ, 1998. 425 с.
- Дишко В., Ошако Т., Боровик П. Комплексне оцінювання потомств клонівих насінних плантацій сосни звичайної за ростовими характеристиками та ознаками стійкості в умовах Лісостепу Харківської області. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2023. Вип. 143. С. 61-72. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.61>.
- Кузнецова О.А., Туренко В.П., Товстуха О.В., Давиденко К.В. Поширеність хвороб і шкідників дерев роду *Ulmus* у лісових смугах уздовж автошляху Київ – Харків. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2023. Вип. 143. С. 102-111. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.102>.
- Лазар О.Д. Особливості насінношення клонів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) на клонівонасінневих плантаціях у Рівненській обл. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 3. С. 108-118.
- Нейко І.С., Смахнюк Л.В., Єлісавенко Ю.А. Оцінювання стану та насінношення клонів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) фінського походження в умовах Вінниччини. *Науковий вісник НЛТУ*. Вип. 23.18. Львів, 2013. С. 32-37.
- Нейко І.С., Юрків З.М., Смахнюк Л.В., Богословська М.С., Єлісавенко Ю.А. Оцінювання

- впливу погодно-кліматичних чинників на стан і насінношення ялини європейської (*Picea abies* (L.) Karst.) фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.8. С. 140-146.
- Осадчук Л.С., Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Шлончак Г.А. Селекційна оцінка плюсових дерев сосни звичайної та їх потомств за смолопродуктивністю. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2015. Вип. 13. С. 120-124.
 - Телекало Н.В., Матусяк М.В., Прокопчук В.М. Лісівничо-екологічні особливості лісовідновлення та лісорозведення в умовах Поділля: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 184 с.
 - Ткачук В.І. Проблеми вирощування сосни звичайної на Правобережному Поліссі. Житомир: Вид. «Волинь», 2004. 464 с.
 - Bredemeier M. Anthropogenic Effects on Forest Ecosystems at Various Spatio-Temporal Scales. *The Scientific World Journal*. 2002. Vol. 2. P. 827-841.
 - Hagman M. Experiences with Norway spruce provenances in Finland. *Silva Fennica*. 1980. Vol. 14(1). P. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.a15002>.
 - Hänninen H., Slaney M., Linder S. Dormancy release of Norway spruce under climatic warming: testing ecophysiological models of bud burst with a whole-tree chamber experiment. *Tree Physiology*. 2007. Vol. 27(2). P. 291-300. DOI: <https://doi.org/10.1093/treephys/27.2.291>.
 - Jansson G., Danusevičius D., Grotehusman H., Kowalczyk J., Krajmerova D., Skråppa T., Wolf H. Norway Spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Managing Forest Ecosystems*. 2013. Vol. 25. P. 123-176. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9_3.
 - Kohler M., Kunz J., Herrmann J., Hartmann P., Jansone L., Puhlmann H., von Wilpert K., Bauhus J. The Potential of Liming to Improve Drought Tolerance of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article 382. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00382>.
 - Leugner J., Jurásek A., Martincová J. Evaluation of the growth and health status of selected clone mixtures in comparison with ordinary planting stock. *CAAS Agricultural Journals*. 2010. Vol. 56(7). P. 314-322. DOI: <https://doi.org/10.17221/92/2009-JFS>.
 - Nota K., Klaminder J., Milesi P., Bindler R., Nobile A., van Steijn T., Bertilsson S., Svensson B., Hirota SK, Matsuo A., Gunnarsson U., Seppä H., Välranta MM, Wohlfarth B., Suyama Y., Parducci L. Norway spruce postglacial recolonization of Fennoscandia. *Nat Commun*. 2022. 13(1). P. 1333. DOI: [10.1038/s41467-022-28976-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-28976-4).
 - Prykhodko N.F., Parpan T.V., Prykhodko M.M. Radial increment in European spruce (*Picea abies*) as indicator of sanitary condition of spruce forests in the Ukrainian Carpathians. *Biosystems Diversity*. 2020. Vol. 28(2). P. 131-138. DOI: [10.15421/012018](https://doi.org/10.15421/012018).
 - Radu R.G., Curtu L.A., Spârchez G., Șofletea N. Genetic diversity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research*. 2014. Vol. 57(1). P. 19-29.
 - Blystiv V.I., Yurkiv Z.M., Neiko I.S., Matusiak M. V. (2021). Praktychni aspekty udoskonalennia lisonasinnoho raionuvannia [Practical aspects of improving forestry zoning]. *Silske hospodarstvo ta Lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 21, 140-157. [in Ukrainian].
 - Blystiv V.I., Yurkiv Z.M., Neiko I.S., Matusiak M. V. (2022). Suchasnyi stan ta efektyvnist vykorystannia postiinoi lisonasinnievoi bazy Vinnychchyny [Current state and efficiency of using the permanent forest seed base of Vinnytsia region]. *Silske hospodarstvo ta Lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (27), 183-199. [in Ukrainian]. DOI: [10.37128/2707-5826-2022-4-13](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-13)
 - Debryniuk Yu.M., Kalinin M.K., Huz M.M., Shablii I.V. (1998). Lisove nasinnnytstvo [Forest seed production]. Lviv: Svit, 425 s. [in Ukrainian].
 - Dyshko V., Oshako T., Borovyk P. Kompleksne otsiniuvannia potomstv klonovykh nasinnnykh plantatsii sosny zvy-chainoi za rostovymy kharakterystykamy ta oznakamy stiikosti v umovakh Liso-stepu Kharkivskoi oblasti [Comprehensive evaluation of progeny of clonal seed plantations of loblolly pine by growth characteristics and signs of resistance in the forest-steppe of Kharkiv region]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia – Forestry and agroforestry*. Vyp. 143, 61-72. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.61>. [in Ukrainian].
 - Kuznetsova O.A., Turenko V.P., Tovstukha O.V., Davydenko K.V. (2023). Poshyrenist khvorob i shkidnykiv derev rodu Ulmus u lisovykh smuhakh uzdovzh avtoshliakhu Kyiv – Kharkiv [The prevalence of diseases and pests of Ulmus trees in forest belts along the Kyiv-Kharkiv highway]. *Lisivnytstvo i ahrolisomeliioratsiia – Forestry and agroforestry*. Vyp. 143, 102-111. DOI: <https://doi.org/10.33220/1026-3365.143.2023.102>. [in Ukrainian].
 - Lazar O.D. (2021). Osoblyvosti nasinnienoshennia kloniv sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.) na klonovonasinnnykh plantatsiiakh u Rivnenskkii obl. [Peculiarities of seed production of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clones on clone-seed plantations in Rivne region]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological Journal*. № 3, 108-118. [in Ukrainian].
 - Neiko I.S., Smashniuk L.V., Yelisavenko Yu.A. (2013). Otsiniuvannia stanu ta nasinnienoshennia kloniv sosny zvychainoi (*Pinus sylvestris* L.) finskoho pokhodzhennia v umovakh Vinnychchyny. [Evaluation of the state and seed production of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clones of Finnish origin in Vinnytsia region]. *Naukovyi visnyk NLTU – Scientific Bulletin of NFU*. Vyp. 23.18, 32-37. [in Ukrainian].
 - Neiko I.S., Yurkiv Z.M., Smashniuk L.V., Bohoslovska M.S., Yelisavenko Yu.A. (2016). Otsiniuvannia vplyvu pohodno-klimatychnykh chynnykiv na stan i nasinnienoshennia yalyny yevropeiskoi (*Picea abies* (L.) Karst.) finskoho pokhodzhennia na klono-vii plantatsii v umovakh Vinnychchyny [Evaluation of the influence of weather and climatic factors on the state and seed production of European spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) of Finnish origin on a clonal plantation in Vinnytsia region]. *Naukovyi visnyk NLTU – Scientific Bulletin of NFU*. Vyp. 26.8, 140-146. [in Ukrainian].
 - Osadchuk L.S., Fuchylo Ya.D., Sbytna M.V., Shlonchak H.A. (2015). Seleksiina otsinka plusovykh derev sosny zvychainoi ta yikh potomstv za smolo-produktyvnistiu [Breeding evaluation of plus Scots pine

REFERENCES:

- Bilous V.I. (2003). Lisova selektsiia. Pidruchnyk dlia VNZ [Forest selection. Textbook for universities]. 534 s. [in Ukrainian].

- trees and their progeny for resin productivity]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy – Scientific papers of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. Vyp. 13, 120-124. [in Ukrainian].
11. Telekalo N.V., Matusiak M.V., Prokopchuk V.M. (2021). Lisivnycho-ekologichni osoblyvosti lisovidnovlennia ta lisorozvedennia v umo-vakh Podillia: monohrafiia [Silvicultural and ecological features of reforestation and afforestation in Podillia: a monograph]. Vinnytsia: TVORY, 184. [in Ukrainian].
 12. Tkachuk V.I. (2004). Problemy vyroshchuvannia sosny zvychnoi na Pravoberezhnomu Polissi [Problems of growing Scots pine in Right-Bank Polissia.]. Zhytomyr: Vyd. «Volyn», 464. [in Ukrainian].
 13. Bredemeier M. Anthropogenic Effects on Forest Ecosystems at Various Spatio-Temporal Scales. *The Scientific World Journal*. 2002. Vol. 2. P. 827-841. [in English].
 14. Hagman M. Experiences with Norway spruce provenances in Finland. *Silva Fennica*. 1980. Vol. 14(1). P. 32-39. DOI: <https://doi.org/10.14214/sf.a15002>. [in English].
 15. Hänninen H., Slaney M., Linder S. Dormancy release of Norway spruce under climatic warming: testing ecophysiological models of bud burst with a whole-tree chamber experiment. *Tree Physiology*. 2007. Vol. 27(2). P. 291-300. DOI: <https://doi.org/10.1093/treephys/27.2.291>. [in English].
 16. Jansson G., Danusevičius D., Grotehusman H., Kowalczyk J., Krajmerova D., Skråppa T., Wolf H. Norway Spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Managing Forest Ecosystems*. 2013. Vol. 25. P. 123-176. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-007-6146-9_3. [in English].
 17. Kohler M., Kunz J., Herrmann J., Hartmann P., Jansone L., Puhlmann H., von Wilpert K., Bauhus J. The Potential of Liming to Improve Drought Tolerance of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. Article 382. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00382>.
 18. Leugner J., Jurásek A., Martincová J. Evaluation of the growth and health status of selected clone mixtures in comparison with ordinary planting stock. *CAAS Agricultural Journals*. 2010. Vol. 56(7). P. 314-322. DOI: <https://doi.org/10.17221/92/2009-JFS>.
 19. Nota K., Klaminder J., Milesi P., Bindler R., Nobile A., van Steijn T., Bertilsson S., Svensson B., Hirota SK, Matsuo A., Gunnarsson U., Seppä H., Välranta MM, Wohlfarth B., Suyama Y., Parducci L. Norway spruce postglacial recolonization of Fennoscandia. *Nat Commun*. 2022. 13(1). P. 1333. DOI: 10.1038/s41467-022-28976-4.
 20. Prykhodko N.F., Parpan T.V., Prykhodko M.M. Radial increment in European spruce (*Picea abies*) as indicator of sanitary condition of spruce forests in the Ukrainian Carpathians. *Biosystems Diversity*. 2020. Vol. 28(2). P. 131–138. DOI: 10.15421/012018.
 21. Radu R.G., Curtu L.A., Spârchez G., Șofletea N. Genetic diversity of Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] in Romanian Carpathians. *Annals of Forest Research*. 2014. Vol. 57(1). P. 19-29.
- Юрків З.М., Матусяк М.В., Циганська О.І., Амонс С.Е. Репродуктивний потенціал сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.) фінського походження на клоновій плантації в умовах Вінниччини**
- У статті наведено наявність об'єктів постійної лісо-насінної бази (ПЛНБ) сосни звичайної по Україні та заготовлю насіння з них. Визначено переваги використання репродуктивного матеріалу покращеної селекційної категорії для підвищення продуктивності та господарської цінності лісових насаджень. Проаналізовано сучасні підходи щодо створення та формування клонових плантацій, оцінено їхній вплив на генетичну різноманітність та стійкість лісових екосистем. Розглянуто особливості репродуктивних процесів на клоновій плантації сосни звичайної (*Pinus silvestris* L.) фінського походження та виявлено найбільш стійкі клони які відзначаються високою репродуктивною здатністю.
- Мета.** Полягала в дослідженні інтенсивності утворення генеративних органів та оцінка стану репродуктивних функцій клонових плантацій сосни звичайної фінського походження та місцевої популяції в умовах кліматичних змін з метою подальшого використання лісового насіння підвищеної селекційної цінності у лісогосподарській практиці.
- Методи.** Методика оцінювання утворення генеративних органів передбачала: візуальний контроль наявності та інтенсивності формування мікростробілів і макростробілів у період активного цвітіння (квітень-червень 2024 р.). Оцінку інтенсивності утворення шишок проводили за 5-бальною шкалою А.А. Корчагіна [3] від 1 до 5 балів, де 1 – мінімальне плодоношення, 5 – максимальна кількість генеративних органів на особині. Одержані результати узагальнено у вигляді середніх бальних оцінок формування мікро- та макростробілів.
- Результати.** Наведено результати інтенсивності утворення мікро- та макростробілів, а також насінношення сосни звичайної на клонові плантації фінського походження в умовах Вінниччини. Досліджено інтенсивність утворення репродуктивних органів у розрізі клонів. Виявлено клони, які характеризувалися найбільш інтенсивним насінношенням в умовах Вінниччини. Отримані результати підтверджують перспективність використання клонових плантацій сосни звичайної у лісовідновленні, що сприяє підвищенню продуктивності, стійкості та адаптивного потенціалу насаджень. Обґрунтовано необхідність подальших досліджень у сфері використання клонових плантацій для забезпечення стабільності й ефективності ведення лісового господарства.
- Висновки.** Ефективне використання об'єктів постійної лісонасінної бази, дасть змогу забезпечити лісогосподарські підприємства насінням підвищеної селекційної категорії, що в перспективі дасть можливість підвищити продуктивність, біологічну стійкість, господарську цінність та генетичний потенціал лісових насаджень.
- Ключові слова:** об'єкти постійної лісонасінної бази, клонова плантація, репродуктивні процеси, лісове насінництво, селекція, продуктивність, генетична різноманітність.

Yurkiv Z.M., Matusiak M.V., Tsyhanska O.I., Amons S.E. Reproductive potential of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of Finnish origin on a clonal plantation in Vinnytsia region

The article describes the availability of permanent forest-hay base (PFB) of Scots pine in Ukraine and seed harvesting from them. The advantages of using reproductive material of improved selection category to increase the productivity and economic value of forest plantations are determined. Modern approaches to the creation and formation of clonal plantations are analysed, their impact on genetic diversity and sustainability of forest ecosystems is assessed. The peculiarities of reproductive processes on a clone plantation of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) of Finnish origin are considered and the most stable clones with high reproductive capacity are identified.

Objective. The aim of the study was to investigate the intensity of generative organs formation and to assess the state of reproductive functions of clonal plantations of Finnish pine and local population under climate change conditions in order to further use forest seeds of high breeding value in forestry practice.

Methods. The methodology for assessing the formation of generative organs included: visual control of the presence and intensity of the formation of my-crostrobiles and macrostrobiles during the period of active flowering

(April-June 2024). The intensity of cone formation was assessed according to the 5-point scale of A.A. Korchagin [3] from 1 to 5 points, where 1 is the minimum fruiting, 5 is the maximum number of generative organs per individual. The obtained results are summarised in the form of average scores of micro- and macrostrobil formation.

Results. The results of the intensity of micro- and macrostrobil formation, as well as seed production of Scots pine on clonal plantations of Finnish origin in Vinnytsia region are presented. The intensity of reproductive organs formation in the context of clones was studied. The clones characterised by the most intensive seed production in Vinnytsia region were identified. The obtained results confirm the prospects of using clonal plantations of Scots pine in reforestation, which contributes to the increase of productivity, sustainability and adaptive potential of plantations. The necessity of further research in the field of clonal plantations to ensure the stability and efficiency of forestry is substantiated.

Conclusions. Effective use of permanent forest seed base objects will allow to provide forestry enterprises with seeds of the highest selection category, which in the future will increase productivity, biological stability, economic value and genetic potential of forest plantations.

Key words: objects of permanent forest seed base, clonal plantation, reproductive processes, forest seed production, selection, productivity, genetic diversity.

AUTOMATION OF INNOVATIVE ACTIVITY IN THE MANAGEMENT SYSTEM

HUSEYNOVA N.L. – PhD in Economics, Faculty of Business and Logistics
orcid.org/0000-0002-7940-8628
Azerbaijan State University of Economics (UNEC)

Introduction. Any changes in the management system of the enterprise should be aimed at improving the characteristics of manufactured products and increasing the economic efficiency of the processes of their creation. The most effective way to achieve these goals is through both product and process innovations. Thus, according to calculations conducted in economic publications, innovation provides an opportunity to transition to new technological platforms, with the help of which the foundations of significant economic growth are formed.

Analysis. The role of innovations in economic development is confirmed by the following state documents:

- National priority economic development of Azerbaijan until 2030 [8];
- Strategy of scientific and technological development of the Republic of Azerbaijan;
- Methodological materials on the preparation of innovative development programs for joint-stock companies with state participation, state corporations and state enterprises, prepared by the Ministry of Economy of the Republic of Azerbaijan.

However, there is still no unified approach to forecasting innovative development, systematic methods for measuring innovations, and taking into account their impact on the strategic development of the enterprise. The most widespread method of managing the innovative development of large national enterprises (with the participation of the state) in Azerbaijan is the implementation of innovative development programs, which are a set of activities aimed at creating product and process innovations from a functional point of view. The way to control the implementation of innovation programs is to prepare annual reports on their implementation in accordance with methodological recommendations on the implementation of innovation development priorities presented by the relevant executive authorities [7].

It should be noted that the creation of a management system for the innovative sphere of activity of an enterprise, its measurement, change management and the development of a strategy (forecast) taking into account the innovative component are one of the main tasks of enterprise management. When solving the problem of creating a management system for innovative processes of an enterprise, the problem arises not only of creating a methodology for self-management of innovative development, but also of reducing the resources spent on its implementation. Within the framework of modern trends in enterprise development, manual control is becoming increasingly ineffective. The digitalization trend reflected in "Azerbaijan 2030: National

Priorities of Socio-Economic Development" [8] requires the creation of an automated management system for the innovative development of an enterprise (AMIAS).

Thus, the main problems of managing the innovative development of enterprises can be formulated:

- lack of effective methods for managing the innovative component of enterprises;
- low level of automation of management in large enterprises (in most of the non-manufacturing sector, that is, in enterprises whose task is not industrial production, but the creation of new knowledge, design, etc.).

Management of innovative development of the enterprise should be considered as an element of strategic management. To assess the implementation of strategic goals, it is proposed to consider the Balanced Scorecard (BSC) developed by Robert S. Kaplan and David P. Norton [6]. The balanced scorecard is a strategic management system of the company based on measuring and evaluating the effectiveness of the organization using an optimally selected set of indicators that reflect all aspects of its financial and non-financial activities (human capital, science, material resources, etc.).

The Kaplan-Norton model is used to analyze the implementation of the strategy and understand the versatility of the elements of the enterprise (this reflects the fact that the analysis and analysis cannot be limited to financial indicators). However, the main point is that it is more a concept of implementing existing strategies than developing new ones, that is, the system cannot ensure the implementation of the management cycle. Taking into account the main principle of the BSC (versatility of analysis), it is proposed to use the innovative potential of the enterprise as a system for assessing the innovative component of the enterprise. The concept of innovation potential (in relation to the country) was formulated by Michael Porter in 2001 [3]. Porter proposed a quantitative method for assessing the innovative potential of the state – the Innovation Capability Index (ICI). When it comes to the innovative potential of an enterprise, there is a lack of a single definition of it (innovation potential). This study proposes the following definition of innovative potential: it is a measure of the ability to obtain its own innovative product, with unique characteristics and designed to meet new consumer needs, in a competitive market environment, taking into account external environmental influences and with sufficient resource provision. A high innovative potential of an enterprise contributes to the formation of the main types of competitive advantages: price advantage and product differentiation. It determines

the quality characteristics, uniqueness of the manufactured product and forms the protection of advantages. The results of the analysis of innovation potential indicators can be the basis for regulating the activities of the enterprise. Knowing the value of innovative potential allows you to determine the role and place of the enterprise in the market, its development prospects, take measures to increase its competitiveness by adjusting individual indicators, purposefully influencing specific areas of its activity, and achieve increased operational efficiency.

The stages of innovation potential management can be presented as follows:

1. Determining the goals of innovative potential management;
2. Assessing innovative potential;
3. Assessing the degree to which the actual level of innovation potential corresponds to the required one;
4. Taking measures to increase the level of innovation potential;
5. Analysis and control of results;
6. Conclusions and decisions on further steps to monitor or increase the level of innovative potential.

The given sequence of steps corresponds to the universal management cycle. However, the value of innovative potential can be used not only to take measures aimed at its immediate development, but also to manage the innovative activity of the enterprise as a whole. For this, it is proposed to ensure the formation of an innovative activity strategy of the enterprise based on the value of innovative potential. In accordance with the proposed concept, the initial data for calculating the innovative potential should consist of the results of the operational activities of the enterprise and external factors. The value of innovative potential is used to complete the management cycle and form an innovative development strategy.

The result of the enterprise's activities is considered as a function of the implementation of the strategy and external factors. The creation of an effective enterprise management system is ensured by solving the following tasks:

1. Creation and support of the enterprise's activities in the form of a coordinated, consistent work system;
2. Designing an organizational structure and creating a system for achieving goals.
3. Increasing the efficiency of business processes;
4. Providing information support to business processes.

Tasks 1 and 2 can be considered as input data for the innovative potential management system, and tasks 3 and 4 are solved by implementing the defined strategy and automating the management process. After automating tasks 3 and 4, automation of tasks 1 and 2 can be ensured. Digitalization of enterprises significantly increases their competitiveness.

The use of modeling as a decision support tool can provide a competitive advantage over enterprises operating in the same market segments and not using automated methods in management. Currently, the functions of the management cycle: forecasting, planning, analysis, and often accounting are performed in a large number of enterprises (including those with state participation) manually or using standard computer programs. The process of collecting

and analyzing data to calculate the innovative potential of the enterprise requires significant resource costs. In addition, based on a large amount of disparate information, it is difficult to obtain an overall picture of the situation and build an enterprise development strategy.

Most automation control systems are aimed at solving the following problems [2]:

- automation of repetitive processes;
- tracking of incomplete processes;
- formation of a general picture of the work (production) process;
- reflection of performance indicators. The most widespread automated systems are:
 - ERP systems—enterprise resource planning systems;
 - CRM systems—customer relationship management systems;
 - MES systems—production control systems;
 - WMS systems—warehouse management systems;
 - SCM systems—supply chain management systems;
 - MRP systems—manufacturing resource planning;
 - DSS systems—decision support;
 - CAD systems—computer-aided design systems.

Most of these systems can only be used to solve individual problems, they automate "routine" management processes, but do not provide solutions to strategic problems; Also, in large Russian enterprises, fragmentation of various information systems is observed, which leads to the complexity of automation processes (this problem is more common in non-production enterprises, for example, scientific research, scientific and technical, etc.). In practice, the level of automation of some state enterprises does not even reach the creation of a centralized database. An information system often consists of unrelated information products that perform the following functions:

- electronic document flow;
- project management (often such a system is of a formal nature; many elements, such as time planning, resource allocation, degree of project completion, are only nominally automated, but in fact are filled in, adjusted and analyzed manually by the assistant. Automation in the project manager system is in the visual presentation of information);
- management of the results of intellectual activity (RIA) (a consolidated database of intellectual activity with the ability to create intuitive queries);
- management of high-tech equipment (also a database), etc.

Methods. Thus, there is an urgent need to unify disparate information resources into a common information system. The listed systems do not solve the problem of strategy development. In this regard, it is necessary to pay attention to CPM systems (Corporate Performance Management, business performance management systems). This is a set of methodologies, industry models, measures, processes and systems for monitoring and managing a company's activities [1]. Based on the CPM approach, several software products have been developed (for example, the Gartner product) that provide analysis of strategic planning and strategy implementation. Despite the usefulness of such products, they are rarely used in Azerbaijani enterprises, which is due to the lack of readiness of employees

for their implementation due to the labor-intensive nature of their use for lower-level employees. At the same time, CPM systems have a significant drawback from the point of view of innovation-oriented management: strategic planning usually involves the creation of a financial model based on the balance of costs and revenues and possible financial flows [1], and the management of the innovative activity of the enterprise and the construction of an innovation strategy require consideration of various aspects of the company's activities.

Taking into account the described automated systems, approaches to the assessment of innovative potential and its management, it is proposed to build an automated enterprise development management system based on innovative potential, taking into account the innovative component of the enterprise and having the ability to offer. One of the features of the proposed system (ASU IRP) should be the ability to integrate it into a single information system of the enterprise. Integration consists of the following functions:

- combining separate information resources of the enterprise;
- queries from a single information system to data from various sources;
- transferring analysis results to databases;

• transferring management decisions. The queries that must be performed for the system to function are mainly required to calculate the innovative potential and are SQL queries to the enterprise database.

Examples of SQL queries:

- Select Purchase_Date from Equipment;
- Select ICT_Expenses from Expenses;
- Select Code from Publications;
- Select Issue_Date from Patents_and_Intellectual_Property.

The elements that make up the innovation management system of the enterprise (see Figure 1) act as a closed structure that provides a means of controlling the current processes of the enterprise and the transfer of work results. This also ensures the emergence of effective innovations.

The decision-making block is an expert system. The block processes information from the innovative potential assessment and forecasting tool (based on a mathematical model of innovative potential and methods for predicting stochastic processes) and the current situation block (the degree of implementation of the current strategy) and converts the results of the analysis into strategy recommendations and a model representing control signals for various

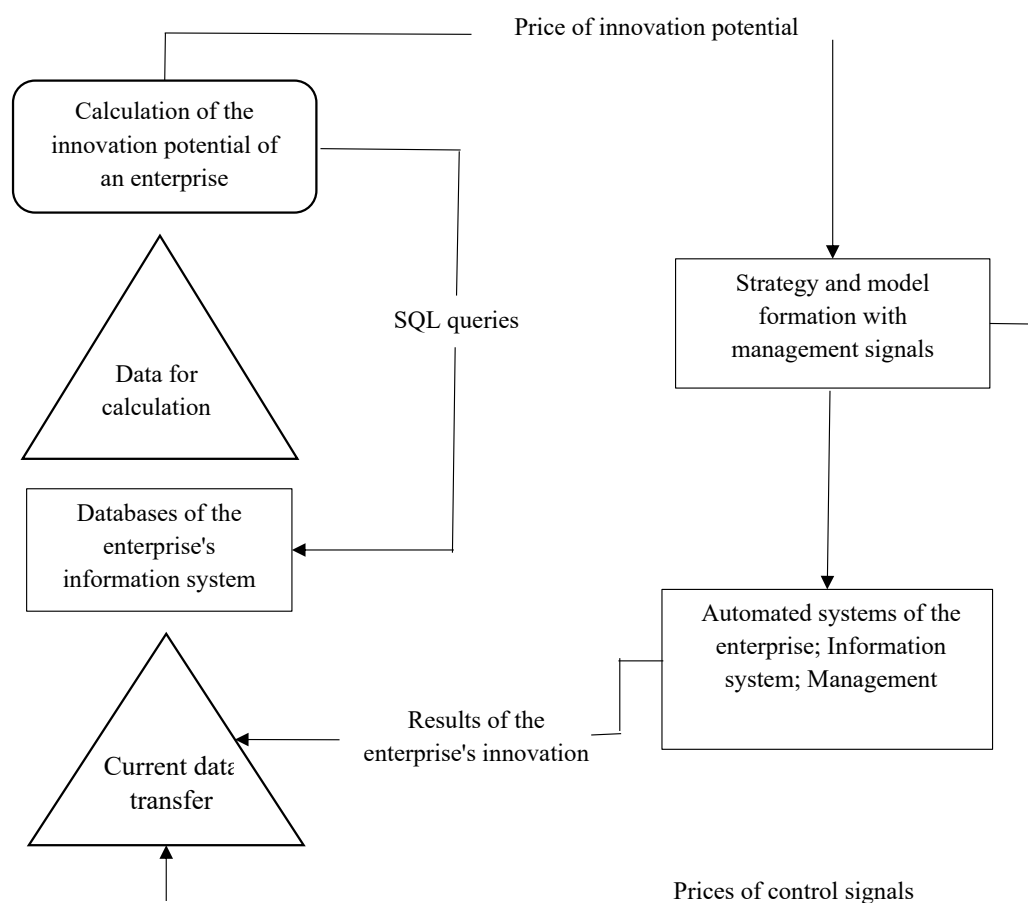


Fig. 1. Algorithm for integrating the innovation potential assessment system into the enterprise's information system

Source: image compiled by the author

areas of the enterprise's activity, taken into account in the innovative potential.

Research results. It should be noted that when developing strategic decisions, the innovative component, the quantitative assessment of which is proposed to be carried out using the innovative potential of the enterprise, should be taken into account. Its value can be used as an element of the control effect on the enterprise system. In addition, the inclusion of a component that provides a solution to the problem of strategic planning in the automated management system of the enterprise will increase its competitiveness. The proposed approach, according to the author, reduces resource costs for accounting for innovations and strategic forecasting, reduces the costs of management activities related to the innovative development of the enterprise by increasing the accuracy of calculating the innovative potential of the enterprise, and ultimately ensures the "learning" ability of the decision-making system.

Thus, the need to build a single digital space that fully automates not only the described process, but also the processes of collecting and processing other types of innovation sources becomes clear. The implementation of such a solution will allow the enterprise to build a systematically managed and transparent process for selecting ideas, establish communication between all participants in the process, optimize the costs of selecting initiatives, and minimize the risks of refinancing similar ideas. The proposed solution for implementation in the enterprise is a digital platform that provides management of the process of creating innovative products. A digital platform is a system of algorithmized mutually beneficial relationships between a significant number of independent participants of an economic sector (or field of activity) in a single information environment, which leads to a reduction in transaction costs through the use of a package. This system fully takes into account changes in the division of labor system by using digital technologies to work with information. The digital platform has significant advantages such as the ability to expand to all subsidiaries of the organization and the absence of platform restrictions, which will allow, if necessary, to connect additional services or functional modules to the platform. Currently, there are no widely used methodologies and digital platforms to support the process of creating innovative products by organizations, including the earliest (pre-investment) stages. Since an important condition for the project of developing and implementing a system in an enterprise is internal development, digital platforms

developed by Azerbaijani companies that can solve the problem were analyzed (see Table 1).

None of the presented solutions fully meets the proposed criteria, therefore, a new digital platform is required to manage the process of creating innovative products. To fulfill the task of developing a digital innovation management platform, the technological part of the platform was designed and developed using a microservice architecture approach. The microservice architecture will allow the use of both services that provide certain technical functions (screen form editor, print form creation service, crypto-service, etc.) and modules (i.e. a set of functionality limited in scope, a set of predefined functions) within the platform. configured to meet specific user needs). The joint use of technical services and functional modules within the digital platform will allow us to obtain a highly adaptive product, the final configuration of which (the composition of the necessary elements) can be determined by the Customer himself. The proposed architecture of a digital platform consisting of services and modules is presented in Figure 2.

One of the expected impacts of the development and implementation of a digital platform for managing the innovation process is the release of labor resources, as the process of collecting and verifying applications will be carried out automatically using the platform.

The release of employees' working time is achieved by removing unnecessary actions (operations) of employees from processes and reducing the duration of operations that cause loss of working time. Using the following formula, for example, let's calculate the amount of free time for the reporting period in person/hours:

$$V_{bv} = T_{ixt} * S_{\alpha.i} \quad (1)$$

Where: V_{bv} – the amount of working time freed up for employees by reducing the duration of operations;

T_{ixt} – release of the duration of a transaction;

$S_{\alpha.i}$ – number of operations with reduced duration.

As a result of the implementation of the digital platform, the estimated reduction in the duration of one operation at the enterprise is 32 hours, since the process of selecting applications takes a long time. The estimated number of operations whose duration will be reduced is 20. Thus, the amount of freed working time for employees will be 640 person/hours. Let's calculate the value of free time for the reporting period in thousand manats using the following formula:

Table 1

Comparative analysis of digital platforms for innovation management

	4i	1C-Bitriks	LOSMAN: KB
The degree to which the innovation encompasses the entire creation process of the product	Covers the process completely	Does not fully cover the process	Covers the process completely
Flow of technologies used	Outdated	New	Outdated
Possibility of process customization without involving developers	None	Partially, but not all processes	None
Scalability and customization possible	None	Yes	None

Source: The table is based on source [7, 8].

Digital management platform for innovative product development processes

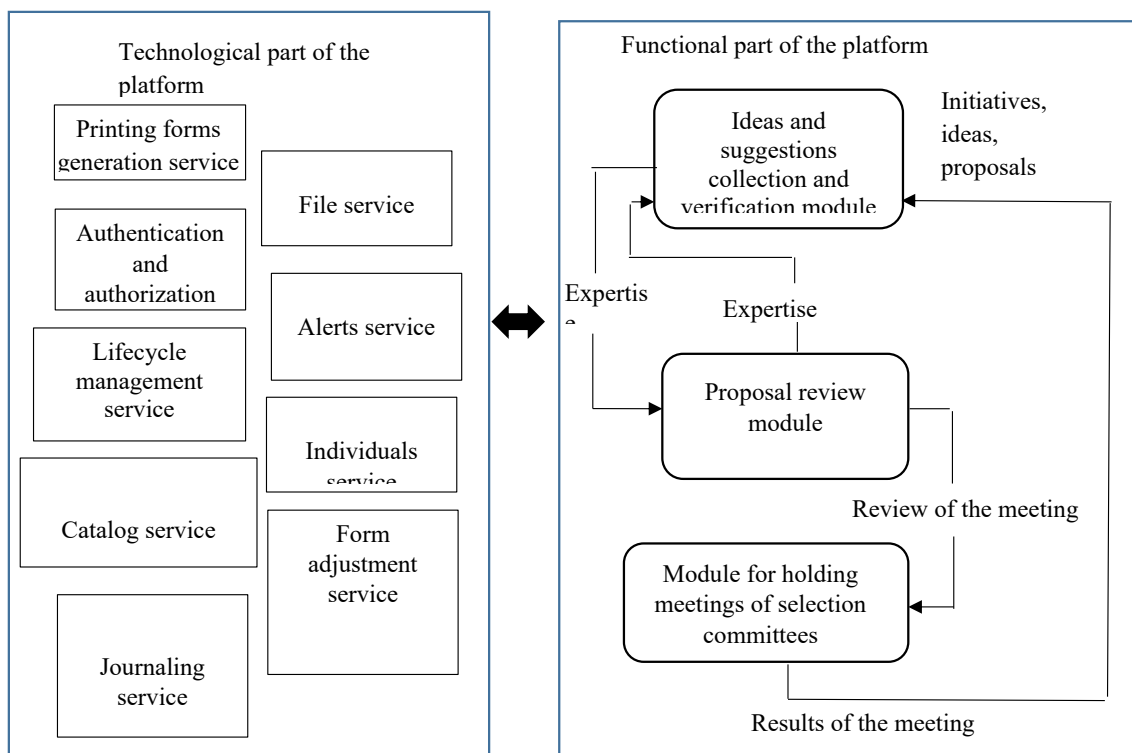


Fig. 2. Structure of the proposed digital platform

Source: image compiled by the author.

$$Dbv = Vbv * Od \quad (2)$$

Here:

Dbv – the value of the employees' freed working time;

Vbv – volume of employees' free working time, person/hour;

Od – average price per person/hour.

The average cost of one person/hour at the enterprise is 950 manats. Thus, the cost of the freed working time of employees will be 608 thousand manats. The main economic effect is expected to be a multiple increase in the flow of initiatives from employees, as well as an increase in the level of development of submitted initiatives, since interaction between applicants and experts will occur through the platform. Using the example of the successful implementation of digital platforms, we can draw some conclusions about the expected flow of innovation and the expected income from them. Among them:

- The implementation of the ideas collection platform "Powerful Ideas for a New Era" can increase the flow of incoming ideas several times.

- Michelin's InnovaGo program saved 24.5 million euros in 2017 and half of the 59,000 ideas submitted were implemented [5].

- More than half of the company's employees participate in "Idea Factory" program: 50% of 450 thousand ideas have been implemented since 2012. Based on the impact

of these projects, it can be expected that after the implementation of the digital platform with a flow of 5,000 ideas per year across all innovation sources, 5,000 * 3 = 15,000 applications are expected. With an expected flow of 15,000 ideas, 15,000 * 0.5 = 7,500 applications are expected to be implemented, which will potentially bring revenue to the company [4].

Conclusions. Thus, the development and implementation of a digital platform will bring potential revenue to the enterprise, one of whose activities is the management of the process of creating innovative products.

The digital platform will achieve the following business effects:

- a controlled and transparent process for selecting ideas/initiatives/innovations will be established across the entire group of companies;
- communication will be established between all participants in the process;
- costs for selecting ideas/initiatives/innovations will be optimized by freeing up labor resources and eliminating routine operations;
- a single information environment will be created, which will increase the launch of incoming ideas and innovative projects;
- the risks of refinancing similar projects will be minimized.

BIBLIOGRAPHY:

1. Bourne M., Franco-Santos M., Wilkes J. Corporate Performance Management. *Measuring Business Excellence*. September 2003. № 7 (3). DOI:10.1108/13683040310496462
2. Miller Neil. 10 Features Every Workflow Management System Should Have. 2019. URL: <https://datamye.com/blogs/workflow-management-system/>
3. Porter M. E., Stern S. National Innovative Capacity. In M. E. Porter, et al., Eds., *The Global Competitiveness Report, 2001-2002*. New York: Oxford University Press, 2002. Pp. 102-118.
4. Unlock the potential of your startup. Accelerate your business and bring your vision to life. URL: <https://startupcolorado.org/founder-coopetition/idea-factory/>
5. Mauricio Manzano-Podversich. Michelin was built on innovation. *Business Services & Innovation*. URL: <https://www.absl.ro/business-services-innovation-mauricio-manzano-podversich-michelin-was-built-on-innovation>
6. Norton D. P., Kaplan R. S. System broadcasting. 2009. 392 p.
7. Aliyev T. N. Clusters: international experience and innovative development: monograph. Baku, Science and Knowledge, 2019. 536 p.
8. Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development. Decree of the President of the Republic of Azerbaijan. Baku, 2021. February 2. URL: <https://president.az/en/articles/view/50474>

REFERENCES:

1. Bourne M., Franco-Santos M., & Wilkes J. (2003). Corporate Performance Management. *Measuring Business Excellence*, 7 (3). DOI:10.1108/13683040310496462
2. Miller, Neil. (2019). 10 Features Every Workflow Management System Should Have. URL: <https://datamye.com/blogs/workflow-management-system/>
3. Porter M.E., & Stern S. (2002). National Innovative Capacity. *The Global Competitiveness Report, 2001-2002*. New York: Oxford University Press, 102-118.
4. Unlock the potential of your startup. Accelerate your business and bring your vision to life. URL: <https://startupcolorado.org/founder-coopetition/idea-factory/>
5. Mauricio Manzano-Podversich. Michelin was built on innovation. *Business Services & Innovation*. URL: <https://www.absl.ro/business-services-innovation-mauricio-manzano-podversich-michelin-was-built-on-innovation>
6. Norton D.P., & Kaplan R.S. (2009). System broadcasting, 392 p.
7. Aliyev, T.N. (2019). Clusters: international experience and innovative development: monograph. Baku, Science and Knowledge, 536 p.
8. Azerbaijan 2030: National Priorities for Socio-Economic Development. Decree of the President of the Republic of Azerbaijan. Baku, 2021. February 2. URL: <https://president.az/en/articles/view/50474>

Huseynova N.L. Automation of innovative activity in the management system

The purpose. Any changes in the management system of the enterprise should be aimed at improving the characteristics of manufactured products and increasing the economic efficiency of the processes of their creation. The most effective way to achieve these goals is through both product and process innovations. Thus, according to calculations conducted in economic publications, innovation provides an opportunity to transition to new technological platforms, with the help of which the foundations of significant economic growth are formed. **Research methods.** The creation of a management system for the innovative sphere of activity of an enterprise in Azerbaijan, its measurement, change management and strategy development taking into account the innovative component are one of the main tasks of enterprise management. When solving the problem of creating a management system for innovative processes of an enterprise, the problem arises not only of creating a self-management methodology for innovative development, but also of reducing the resources spent on its implementation. In the research work, the solution of this problem was carried out on the basis of statistical and mathematical methods. **The results.** Thus, the need to build a single digital space that fully automates not only the described process, but also the processes of collecting and processing other types of innovation sources becomes clear. The implementation of such a solution will allow the enterprise to build a systematically managed and transparent process for selecting ideas, establish contacts between all participants in the process, optimize costs for selecting initiatives and minimize the risks of refinancing similar ideas. The solution proposed for implementation at the enterprise is a digital platform that provides management of the process of creating innovative products. A digital platform is a system of algorithmized mutually beneficial relationships between a significant number of independent participants of the economic sector (or field of activity) in a single information environment, which leads to a reduction in transaction costs through the use of a package. **Conclusion.** The digital platform will achieve the following business effects: a controlled and transparent process for selecting ideas/initiatives/innovations will be established across the entire group of companies; communication will be established between all participants in the process; costs for selecting ideas/initiatives/innovations will be optimized by freeing up labor resources and eliminating routine operations; a unified information environment will be created, which will increase the number of incoming ideas and innovative projects.

Key words: innovative activity, strategic management, automated systems, evaluation, forecasting.

Гусейнова Н.Л. Автоматизація інноваційної діяльності в системі управління

Мета. Будь-які зміни в системі управління підприємством повинні бути спрямовані на покращення виготовленої продукції та підвищення економічної ефективності процесів її створення. Найефективніший спосіб досягнення цих цілей – це як продуктові, так і процеси інновації. Таким чином, згідно з економічними розрахунками,

інновації надають можливість переходу на нові технологічні платформи, за допомогою яких формуються основи значного економічного зростання. **Методика.** Створення системи управління інноваційною сферою діяльності підприємства в Азербайджані, її вимірювання, управління змінами та розробка стратегії з урахуванням інноваційної складової є одними з основних завдань управління підприємством. При вирішенні проблеми створення системи управління інноваційними процесами підприємства виникає проблема не лише створення методології самоуправління інноваційним розвитком, але й зменшення ресурсів, що витрачаються на її реалізацію. У дослідницькій роботі вирішення цієї проблеми здійснювалося на основі статистичних та математичних методів. **Результати.** Таким чином, стає зрозумілою необхідність побудови єдиного цифрового простору, який повністю автоматизує не лише описаний процес, але й процеси збору та обробки інших видів джерел інновацій. Впровадження такого рішення дозволить підприємству побудувати системно керований та прозорий процес відбору ідей, встановити контакти між усіма учасниками процесу, оптимізувати витрати

на відбір ініціатив та мінімізувати ризики рефінансування подібних ідей. Рішення, що пропонується для впровадження на підприємстві, являє собою цифрову платформу, яка забезпечує управління процесом створення інноваційних продуктів. Цифрова платформа – це система алгоритмізованих взаємовигідних зв'язків між значною кількістю незалежних учасників економічного сектору (або сфери діяльності) в єдиному інформаційному середовищі, що призводить до зниження транзакційних витрат завдяки використанню пакету. **Висновок.** Цифрова платформа досягне наступних бізнес-ефектів по налагодженню: контрольованого та прозорого процесу відбору ідей/ініціатив/інновацій по всій групі компаній; комунікацій між усіма учасниками процесу; витрати на відбір ідей/ініціатив/інновацій будуть оптимізовані за рахунок вивільнення трудових ресурсів та усунення рутинних операцій; буде створено єдине інформаційне середовище, що збільшить кількість вхідних ідей та інноваційних проектів.

Ключові слова: інноваційна діяльність, стратегічне управління, автоматизовані системи, оцінювання, прогнозування.

РИНОК ЧАСНИКУ В УКРАЇНІ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

РУДЬ В.П. – кандидат економічних наук, старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-2464-0200

Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України

ШАБЛЯ О.С. – кандидат економічних наук, старший дослідник

orcid.org/0000-0002-2669-0711

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

ТЕРЬОХІНА Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

orcid.org/0000-0002-7808-8909

Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України

МЕЛЬНИК О.В. – доктор сільськогосподарських наук

orcid.org/0000-0002-0965-6116

Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України

ПОЛАГЕНЬКО О.С. – науковий співробітник

orcid.org/0009-0002-4416-4835

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В умовах воєнного стану в Україні суттєво загострилися дестабілізуючі виклики, що стосуються продовольчої, екологічної, економічної та водної безпеки. Забезпечення населення продуктами харчування набуває глобального значення, особливо на тлі війни, що призводить до дефіциту продовольства та зростання попиту на продукцію, багату на вітаміни. У цьому контексті зростає увага до високоресурсних овочевих культур, зокрема часнику.

Вирощування часнику набуває особливого значення через потребу населення у корисній продукції, забезпечення переробної промисловості сировиною, а також через важливість зміцнення продовольчої безпеки та експортного потенціалу країни, що є актуальним в умовах інтеграції з міжнародними ринками.

Сучасний ринок продовольства України функціонує під впливом таких чинників, як посилення співпраці з Європейським Союзом у відповідь на збройну агресію РФ, зниження торговельних бар'єрів, посилення конкуренції, загострення проблем продовольчої безпеки та зростання вимог до якості й доступності харчової продукції [1]. У зв'язку з цим актуальним є впровадження інноваційних підходів у розвитку окремих секторів овочевої галузі.

Часникове виробництво, за умови грамотної агротехніки та ефективної маркетингової стратегії, демонструє високу рентабельність навіть у складних умовах воєнного стану. Крім того, цей напрям відзначається соціальною орієнтованістю, оскільки потребує значного залучення трудових, матеріальних та технічних ресурсів. Це, у свою чергу, стимулює відновлення соціальної інфраструктури територіальних громад, створення робочих місць і забезпечення зайнятості населення. Відмінністю часникового бізнесу є його фокус на сталому розвитку, а не на отриманні надприбутків, що вигідно відрізняє його від діяльності великих зернових холдінгів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Інноваційний розвиток сільськогосподарського виробництва та впровадження сучасних технологій в овочівництві досліджували провідні вчені, зокрема Россоха В. (2024) [2], Захарчук О.В., Вишневецька О., Навроцький Я.Ф. (2022) [3]. Технологічні особливості вирощування часнику висвітлено в працях Улянич О.І. та співавт. (2022) [4], Паламарчука Д.Д. (2020) [5, 6], які підкреслюють, що ключовою умовою динамічного розвитку овочевого сектора є створення та впровадження інноваційних продуктів і технологій. Актуальна система овочевого виробництва в Україні потребує системного підходу на всіх рівнях – від окремих господарств до державної політики [7]. Проте вузька спеціалізація у вирощуванні часнику, зосередженого переважно у приватних домогосподарствах (близько 90%), викликає ускладнення фітосанітарного стану, односторонній винос поживних речовин, погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів і збільшення чисельності спеціалізованих шкідників [8].

Оптимізація мінерального живлення, зокрема локальне внесення добрив і застосування мікроелементів, сприяє підвищенню врожайності, забезпечує значний економічний ефект і знижує енерговитрати на етапі вирощування часнику [9].

За висновками Борисенка В. (2024), в умовах воєнного стану одним із пріоритетних напрямів підвищення економічної ефективності аграрного виробництва є раціональне використання ресурсного потенціалу [10]. Особливе значення надається розширенню доступу фермерських та селянських господарств до внутрішніх ринків через стимулювання попиту на їхню продукцію [11].

Значну роль у підвищенні ефективності виробництва відіграє впровадження інновацій, зокрема сучасних добрив, сертифікованого насіння, систем зрошення, передпосадкової обробки зубків часнику [4, 12, 13, 15].

Потребує перегляду й підхід до розвитку підприємництва в агросекторі, зокрема щодо функціонування господарських структур у межах овочового ринку [16]. Така стратегія сприятиме об'єднанню макро- та мікрорівнів в інституційному середовищі, зниженню управлінських ризиків і відкриттю нових можливостей для зростання доходів аграрних підприємств [17].

На сьогодні відчувається нестача аналітичних досліджень, присвячених окремим елементам овочового ринку, зокрема за продуктивним принципом або регіональною спеціалізацією. Тому вивчення ринку часнику в контексті розвитку внутрішнього виробництва є надзвичайно актуальним та потребує поглибленого аналізу.

Метою дослідження є аналіз поточного стану виробництва часнику в Україні, виявлення ключових проблем та обґрунтування стратегічних напрямів ефективного розвитку відповідного ринкового сегменту в середньо- та довгостроковій перспективі.

Результати досліджень. Світове виробництво часнику становить близько 3,5 млн тонн за середньої врожайності 6,2 т/га. За оцінками, обсяг світового ринку часнику досягне 539,35 млн доларів США у 2025 році, з прогнозованим зростанням до 616,20 млн доларів США до 2030 року. Середньорічний темп зростання очікується на рівні 2,70% у період 2025–2030 років.

Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), лідером з виробництва часнику є Китай, де у 2025 році прогнозується обсяг виробництва на рівні 22,7 млн тонн. Друге місце посідає Індія з показником у 2,9 млн тонн. До п'ятірки інших провідних країн-виробників входять Бангладеш, Єгипет, Іспанія та Південна Корея. Водночас, за обсягами споживання на душу населення першість утримує Південна Корея, де у 2023 році на одну особу припадало понад 10 кг часнику.

Показники врожайності часнику варіюються: у Китаї – від 10 до 15 т/га (з рекордним рівнем у 23 т/га),

у країнах ЄС – 14–16 т/га, в Єгипті – 14–15 т/га (рекорд – 24 т/га). Серед країн Європейського Союзу найбільші обсяги виробництва мають Іспанія (269 тис. т), Франція (56 тис. т), Італія (42 тис. т) та Греція (20 тис. т). У Східній Європі провідними виробниками є Румунія (32 тис. т) і Болгарія (24 тис. т); Угорщина та Польща виробляють відповідно 9,8 і 10,2 тис. т.

В Україні впродовж 2000–2023 років середньорічне виробництво часнику становило 167,8 тис. тонн. Найменші обсяги були зафіксовані у 2000 році – 127 тис. тонн, що свідчить про початок застосування новітніх технологій та впровадження інтенсивних сортів. Найвищий показник виробництва припадає на 2021 рік (довоєнний період) – 215,1 тис. тонн, що на 47,2 тис. тонн перевищує середній рівень і майже у 1,5 рази – показник 2000 року. У 2023 році валовий збір склав 186,4 тис. тонн, що на 13,3% менше порівняно з 2021 роком. У 2024 році вдалось наростити виробництво часнику до 193,2 тис. тонн, або на 3,4% до попереднього року. Площа збирання під часником у 2024 році становила 21,0 тис. га, а середня врожайність у всіх категоріях господарств – 9,2 т/га (табл. 1).

Аналіз статистичних даних свідчить, що частка часнику в загальній структурі посівних площ овочевих культур в Україні становить близько 5%, тоді як у валовому зборі – лише близько 2%. Станом на сьогодні загальний дефіцит внутрішнього виробництва часнику оцінюється на рівні 2,6 тис. тонн. Найбільше скорочення обсягів виробництва зафіксовано у Херсонській (-7,2 тис. т), Запорізькій (-5 тис. т), Сумській (-2,4 тис. т), Миколаївській (-3,2 тис. т) та Луганській (-1,3 тис. т) областях. Це переважно регіони, які постраждали від бойових дій або перебувають під тимчасовою окупацією.

Нестача посівних площ під часником також складає 2,6 тис. га, з найбільшими втратами у Луганській (-0,1 тис. га), Миколаївській (-0,4 тис. га), Сумській

Таблиця 1

Динаміка основних показників виробництва часнику в Україні

Роки	Зібрана площа, тис. га	Валовий збір, тис. т	Урожайність, т/га
2000	23,4	127,0	5,4
2005	19,1	145,6	7,6
2010	17,3	136,8	7,9
2015	20,8	176,5	8,5
2016	21,0	187,9	8,9
2017	21,5	185,8	8,6
2018	22,2	187,0	8,3
2020	23,8	211,7	8,3
2021	22,9	215,1	9,3
2022	20,5	188,9	9,2
2023	20,3	186,4	9,1
2024	21,0	193,2	9,2
2024/2021, %	91,7	89,8	98,9
2024/2023, %	103,4	103,6	101,1

Джерело: складено на основі даних Держкомстату України (State Statistics Service of Ukraine, 2025) [18]

(-0,4 тис. га) та Запорізькій (-0,7 тис. га) областях. У результаті, Донецька область недоотримала 6,7 тис. тонн продукції з 0,5 тис. га, а Харківська – 2,1 тис. тонн з 0,3 тис. га.

Разом із тим, у регіонах, де активних бойових дій не велося, виробники зберегли обсяги виробництва часнику або навіть їх наростили. Так, у 2023 році зростання обсягів відбулося у Львівській (+0,7 тис. т), Київській (+0,8 тис. т), Житомирській (+0,6 тис. т), Дніпропетровській (+0,5 тис. т) областях тощо.

Основні обсяги виробництва часнику сконцентровані у 10 ключових областях, на які припадає 64,2% загального валового збору. Найбільшими виробниками є: Вінницька область – 23,5 тис. т (врожайність – 11,2 т/га), Львівська – 18,8 тис. т (7,4 т/га), Київська – 17,7 тис. т (10,9 т/га), Житомирська – 13,8 тис. т (9,4 т/га), Рівненська – 11,6 тис. т (13,4 т/га), Кіровоградська – 10,9 тис. т (9,1 т/га), Полтавська – 10,1 тис. т (11,5 т/га), Чернівецька – 9,3 тис. т (8,3 т/га), Черкаська – 8,3 тис. т (6,8 т/га), Харківська – 7,3 тис. т (7,8 т/га).

За інформацією Державної служби статистики України, близько 98,5% часнику вирощується у господарствах населення, де середня врожайність становить 9,1 т/га. Частка сільськогосподарських підприємств у загальному виробництві становить лише 1,5%, а врожайність – 2,7 т/га. Низькі показники у підприємствах пояснюються тим, що площі під часник, як правило, розташовані у приміських зонах, вирощування здійснюється без поливу, а сама культура не є основною для таких виробників.

Згідно з даними Державної служби статистики України, основну частину виробництва часнику, а це близько 98,5%, забезпечують особисті селянські господарства, де середня врожайність становить 9,1 т/га. Натомість частка сільськогосподарських підприємств у загальному обсязі виробництва не перевищує 1,5%, із середньою врожайністю лише 2,7 т/га. Такий низький показник пояснюється розміщенням посівних площ переважно у приміських зонах, відсутністю зрошення та тим, що часник не є основною культурою для цих підприємств.

На поточному етапі вітчизняне виробництво часнику не задовольняє внутрішній попит у повному обсязі

та має нестабільний, циклічний характер. Лише 30% потреб покриваються за рахунок національного виробництва, решта – імпортується (близько 70%). Такий дисбаланс створює сприятливі умови для нарощування внутрішнього виробництва.

Серед основних проблем розвитку часникової галузі в Україні варто виокремити: недотримання науково обґрунтованих строків сортозаміни та сортооновлення через дефіцит якісного оздоровленого насіннєвого матеріалу; відсутність сучасної техніки та обладнання вітчизняного виробництва; недостатній рівень розвитку переробки часнику; слабе використання експортного потенціалу, зокрема у сегменті ранньої продукції; значна частка імпортного часнику, що не відповідає вимогам до споживання у свіжому вигляді, зберігання або використання як посадкового матеріалу; обмежене поширення вітчизняних сортів.

Станом на сьогодні в Україні функціонує близько 30 великих товаровиробників, які спеціалізуються на вирощуванні товарного часнику. До них належать: 10 товариств з обмеженою відповідальністю, 5 фермерських господарств, 5 селянських фермерських господарств, 4 приватні підприємства, а також окремі освітні та акціонерні установи.

Аналіз економічної ефективності діяльності цих підприємств демонструє чітку тенденцію: зі зростанням площ, зайнятих під часник, підвищується рівень рентабельності господарств (табл. 2).

Групування 29 господарств за обсягами валового виробництва свідчить про наявність прямої залежності між масштабом виробництва часнику та рівнем рентабельності. Зокрема, господарства першої групи, з валовими зборами на рівні 8,1 тони, демонструють рентабельність у 124,1%. У другій групі (9 господарств) із середнім валовим збором 27,7 тони рентабельність зростає до 161%, що на 36,9% перевищує показник першої групи. Третя група (6 господарств), яка виробляє в середньому 94 тони, досягає рівня рентабельності 163,4%. Найвищі показники демонструють господарства четвертої та п'ятої груп: середній обсяг валової продукції у четвертій групі становить 138,6 тонн, при цьому рентабельність – 237,7%; у п'ятій групі, де виробництво досягає 1049,4 тонн на господарство, рівень рентабельності

Таблиця 2

Групування сільськогосподарських підприємств – виробників часнику, за валовим виробництвом, тонн (2023 рік)

№ групи	Показник валового збору, тон	Кількість господарств	Виробництво продукції, т	Зібрана площа, га	Урожайність, ц/га	Витрати на 1 га, тис. грн	Виробнича собівартість, 1 т, тис. грн	Середня ціна реалізації, тис. грн/т	Рентабельність, %
1	до 10	3	8,1	1,0	8,1	269,0	33,2	74,4	124,1
2	від 10, 1 до 50	9	27,7	3,7	7,9	242,8	30,9	78,8	161,0
3	50,1 до 100	6	94,0	11,2	8,4	247,8	30,3	76,2	163,4
4	100,1 до 500	7	138,6	14,2	9,7	277,4	28,9	94,6	237,7
5	понад 500,1	4	1108,0	106,0	10,5	305,8	28,3	96,1	243,6
В середньому на господарство		29	215,2	21,6	10,0	263,6	30,2	84,0	231,2

Джерело: розраховано на основі монографічного обстеження господарств та даних [18]

становить 243,6%. Згідно з аналізом, урожайність також має позитивну динаміку: від 8,1 т/га у першій групі до 10,5 т/га у п'ятій. Це свідчить про впровадження інноваційних технологічних рішень, системного використання зрошення, ефективного захисту рослин і збалансованого живлення, а також концентрацію виробництва зі зростаючими інвестиціями в одиницю площі. Виробничі витрати в першій групі становлять 269 тис. грн/га, тоді як у п'ятій групі – 305,8 тис. грн/га.

Інтенсифікація виробничих процесів дозволяє не лише підвищити врожайність, а й знизити собівартість продукції. Зокрема, у господарствах першої групи собівартість однієї тонни часнику становить 33,2 тис. грн, тоді як у господарствах п'ятої групи вона знижується до 28,3 тис. грн, що на 4,9 тис. грн менше.

Науковцями Інституту овочівництва і баштанництва НААН розроблено інтенсивні ресурсозберігаючі технології вирощування овочевих культур, які дозволяють підвищити продуктивність при одночасному скороченні витрат. З урахуванням стандартних методик обліку нормативних витрат було проведено порівняльний аналіз ключових показників економічної ефективності вирощування часнику вітчизняної селекції за різних технологічних рішень. Відповідні результати наведено в таблиці 3.

У процесі порівняння рівнів інтенсивності вирощування часнику простежується наступна тенденція:

- витрати праці зростають зі збільшенням інтенсивності: від 1089,4 люд.-год./га за базового рівня до 2049,8 люд.-год./га за інтенсивного. Однак витрати праці на одиницю продукції (люд.-год./т) залишаються відносно стабільними, із незначним коливанням;
- споживання дизельного пального також збільшується при переході до традиційної технології (213,6 л/га), проте за інтенсивного рівня знижується до 172,04 л/га завдяки оптимізації технологічних процесів;

– урожайність істотно підвищується з 6,7 т/га до 12,3 т/га внаслідок застосування добрив та сучасних агротехнічних заходів;

– використання мінеральних добрив відсутнє на базовому рівні, але за традиційного та інтенсивного рівнів застосовуються дози відповідно $N_{60}P_{30}K_{30}$ і $N_{120}P_{90}K_{120}$;

– економічні показники демонструють позитивну динаміку: загальні витрати зростають від 190 тис. грн/га до 250 тис. грн/га водночас собівартість продукції зменшується – з 28,4 грн/кг (базовий рівень) до 20,3 грн/кг (інтенсивний).

Наведені нормативи можуть бути використані для стратегічного планування витрат, розрахунку потенційних обсягів переробки, формування експортно-імпортних потоків, ціноутворення, а також для оцінки економічної доцільності інвестування у розвиток галузі в умовах воєнного та післявоєнного періоду.

Однак впровадження новітніх наукових розробок та інноваційних технологій у виробництво стримується через обмежену кількість великотоварних господарств та недостатній рівень матеріально-технічного забезпечення. Також актуальними залишаються проблеми забезпечення споживачів продукцією належної якості, створення ефективних виробничо-збутових об'єднань та розвиток кооперативного руху.

Подальший розвиток часникового виробництва в Україні доцільно здійснювати через впровадження інтенсивних технологій, використання високопродуктивних сортів і гібридів з високими харчовими властивостями. Необхідним є технічне переоснащення галузі, модернізація інфраструктури, розвиток маркетингових служб та вдосконалення інформаційно-аналітичного супроводу діяльності виробників.

У рамках дослідження було здійснено SWOT-аналіз перспектив розвитку виробництва часнику в Україні, результати якого представлені у таблиці 4.

Таблиця 3

Порівняння рівнів інтенсивності вирощування часнику, 2024 р.

Показники	Рівень інтенсивності		
	I (базова)*	II (традиційна)**	III (інтенсивна)***
Витрати праці, люд.-год./га	1089,4	1672,2	2049,8
Витрати праці, люд.-год./т	162,6	190,0	166,7
Дизпаливо, л/га	136,2	213,6	172,04
Урожайність, т/га	6,7	8,8	12,3
Дози добрив	-	$N_{60}P_{30}K_{30}$	$N_{120}P_{90}K_{120}$
Витрати, тис грн/га	190	220	250
Собівартість, грн/кг	28,4	25,0	20,3
Виручка, тис грн/га	536,0	704,0	984,0
Прибуток, тис грн/га	346,0	484,0	734,0
Рентабельність, %	182,1	220,0	293,6

* I рівень інтенсивності (базова технологія із застосуванням вітчизняної техніки, без використання добрив і поливу з мінімальним застосуванням захисту рослин);

** II рівень інтенсивності (традиційна технологія із застосуванням вітчизняної техніки з використанням оптимальних науково-обґрунтованих доз мінеральних добрив, дощування за альтернативної системи захисту рослин);

*** III рівень інтенсивності (інтенсивна технологія з використанням переважно зарубіжної техніки з використанням краплинного зрошення та максимально дозволених доз живлення рослин, у т. ч. з фертигацією за повної системи захисту рослин).

Джерело: розраховано авторами згідно технологічних карт, станом на 01.11.2024 р.

Таблиця 4

SWOT-аналіз виробництва часнику в Україні

Сильні сторони	Слабкі сторони
– наявність сприятливих природно-кліматичних умов для культивування часнику; – історично сформовані спеціалізовані регіони вирощування цієї культури на території України; – кваліфікований кадровий потенціал у сфері сільськогосподарського виробництва; – державна підтримка через програми розвитку овочівництва, зокрема щодо малопоширених та нішевих культур; – високий рівень споживання часнику серед населення країни; – агротехнічні переваги часнику: єдина озима овочева культура, короткий вегетаційний період (до 120 діб), можливість вирощування без зрошення, ефективний попередник у сівозміні, одночасне збирання врожаю, висока товарність продукції завдяки гарним зберігальним властивостям; – стійкий попит на продукцію, що забезпечує швидке обертання капіталу	– низький рівень технічної оснащеності аграрних підприємств; – обмежені можливості розмноження насіннєвого матеріалу; – ускладнений цикл відтворення: насіння – сіянка – товарна продукція, що подовжує виробничий процес до двох років; – низька конкурентоспроможність галузевих підприємств; – дисбаланс у структурі виробництва через домінування особистих селянських господарств; – скорочення обсягів виробництва під впливом політичної та економічної нестабільності
Можливості	Загрози
– запровадження систем моніторингу цін на часникову продукцію; – формування сприятливої цінової політики та державне регулювання рівня витрат і доходів виробників; – активне залучення іноземного капіталу й інвестицій; – надання пільгових кредитів і лізингових програм для оновлення технічної бази; – впровадження інноваційних технологій у виробничі процеси; – посилення кооперації між виробниками та переробниками продукції; – розвиток експортного потенціалу й удосконалення митно-тарифної політики для захисту національних виробників	– висока потреба в матеріально-технічних ресурсах (до 350 тис. грн/га оборотних коштів); – висока вартість посівного матеріалу, складність механізації, залежність від погодних умов; – відсутність механізмів просування українського часнику на зовнішніх ринках; – слабкість інтеграційних процесів та комерційних зв'язків між суб'єктами галузі; – зростання конкуренції з боку імпоротної продукції низької якості; – зниження фінансової стійкості виробників через воєнні дії та ризики банкрутства

Джерело: складено авторами за власними дослідженнями

Сильні сторони виробництва часнику в Україні:

- кліматичні умови (центральні та південні регіони України мають сприятливі агрокліматичні ресурси для стабільного вирощування часнику);
- висока рентабельність (часник залишається однією з найприбутковіших овочевих культур із відносно стабільною ціною реалізації);
- тривалий термін зберігання (продукція має добру лежкість, що забезпечує гнучкість у постачанні на ринок);
- технологічний потенціал (наявність сучасних технологій та сортів, стійких до захворювань, сприяє підвищенню врожайності та якості);
- попит на органічну продукцію (зростання інтересу до здорового харчування формує нові ринкові ніші для органічного часнику);
- перспективи переробки (попит на продукти з доданою вартістю – маринований часник, часникова сіль, пластівці – стимулює розвиток переробної інфраструктури);
- використання в харчовій і медичній промисловості (особливо актуальним є часник із твердою шийкою, що має високий вміст ефірних олій).

До слабких сторін належать:

- конкуренція (високий рівень імпорту створює ціновий тиск на вітчизняного виробника);
- висока собівартість (значні витрати на добрива, захист рослин і оновлення насіння);

- фітосанітарні ризики (уразливість до хвороб і шкідників потребує постійного моніторингу та захисту);
- залежність від погодних умов (кліматичні коливання можуть негативно вплинути на урожай);
- цінова волатильність (нестабільність цін на ринку обумовлює ризики для виробників).

Отже, проведений аналіз сильних і слабких сторін свідчить про доцільність розширення виробництва часнику з акцентом на розвиток інфраструктури зберігання та переробки. Зростанню обсягів виробництва сприятиме цілеспрямоване державне регулювання, зокрема через: дотаційні механізми підтримки виробників; зниження податкового навантаження; програми співфінансування крапельного зрошення (у т. ч. за рахунок місцевих бюджетів, грантів, міжнародної допомоги); підтримку кооперативів і логістичної інфраструктури для формування міжрегіональних товаропотоків.

Таким чином, з метою подолання дефіциту часнику доцільно: розширити площі його вирощування в ключових регіонах (Черкаська, Київська, Полтавська, Вінницька, Хмельницька, Кіровоградська, Дніпропетровська, Одеська) на 2,6 тис. га; забезпечити науковий супровід виробництва; підвищити частку спеціалізованих великих підприємств; активізувати перехід до високоефективних технологій.

Висновки. Дослідження сучасного стану овочівництва в Україні засвідчує, що частка часнику

в загальній структурі посівних площ овочевих культур становить близько 5%, тоді як його внесок у загальний обсяг валового збору обмежується приблизно 2%. При цьому встановлено дефіцит виробництва цієї культури на рівні 2,6 тис. тонн порівняно з науково обґрунтованими нормативами споживання. Встановлено, що основні обсяги виробництва часнику зосереджені у Західному, Центральному та Північному регіонах України. Найбільш істотне скорочення виробничих площ відбулося у Південному та Східному регіонах, які частково перебувають під тимчасовою окупацією або зазнали руйнувань унаслідок бойових дій.

Встановлено, що переважна більшість обсягів виробництва часнику, орієнтовно 98,5%, припадає на особисті селянські господарства, де середня врожайність становить 9,1 т/га. У той час як частка сільськогосподарських підприємств у структурі валового виробництва даної культури є незначною – близько 1,5%, при цьому продуктивність на цих підприємствах досягає лише 2,7 т/га.

Розвиток виробництва часнику стримується низкою чинників, зокрема недостатньою кількістю високотоварних агропідприємств, відсутністю належної матеріально-технічної бази, а також нерозвиненою інфраструктурою постачання продукції відповідної якості до кінцевого споживача. Крім того, уповільнено процеси створення виробничо-збутових кооперативів та галузевих асоціацій.

Високоінтенсивне виробництво часнику можливе на основі впровадження інноваційних технологій, використання сучасних сортів і гібридів із підвищеними споживчими властивостями розглядається як один із пріоритетних напрямів забезпечення продовольчої безпеки та зміцнення економічної самодостатності регіонів у післявоєнний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Козак О. А., Грищенко О. Ю., Пугачов В. М. Торгівля агропродовольчою продукцією між Україною та Європейським Союзом в умовах військового стану : монографія. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2023. 112 с.
2. Россоха В. В. Інноваційно-технологічне забезпечення розвитку сільського господарства : монографія. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2023. 176 с.
3. Інноваційно-інвестиційний розвиток ринків технічних засобів, насіння та технологій у рослинництві: монографія / О. В. Захарчук, О. В. Вишневецька, Я. Ф. Навроцький та ін.; за ред. О. В. Захарчука. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2022. 264 с.
4. Зростання та врожайність часнику залежно від сорту в Правобережному Лісостепу України / Улянич О. І., Яценко В. В., Шевчук К. М., Остапенко Н. О. *Агрономія*. 2020. Вип. 97, частина 1. С. 249-259. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-218-228
5. Паламарчук Д. Д. Агроекологічна оцінка вирощування озимого часнику в умовах Житомирського Полісся. *Сільське господарство – сталий розвиток України: тези доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир, 12 листопада 2020 року)*. Житомир, 2020. С. 43-47.
6. Паламарчук Д. Д. Господарсько-біологічна оцінка сортів озимого часнику в умовах Житомирщини. *Міждисциплінарні наукові дослідження: особливості та тенденції: тези доповідей міжнародної наукової конференції (м. Чернігів, 4 грудня 2020 року)*. Чернігів, 2020. Т. 2. С. 9-11.
7. Стратегія конкурентоспроможного розвитку інвестиційного та матеріально-технічного забезпечення сільського господарства: наукове видання / за заг. ред. О. В. Захарчука. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2023. 96 с.
8. Система удобрення овочевих і баштанних культур: монографія / за ред. В. Ю. Гончаренка. Київ : Аграрна наука, 2019. 152 с.
9. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на внесенні добрив, захисті сільськогосподарських культур / В. М. Івченко, В. С. Пивовар, О. С. Озімко та ін. НДІ «Укراгропром-продуктивність», 2020. 200 с.
10. Borysenko V., Borysenko D. Optimisation of production and modelling of production costs in farms. *Ekonomika APK*. 2024. № 31(1). Pp. 10-18. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202401010>
11. Borodina O., Prokopa I., Rykovska O. Strengthening the role of local agri-food systems in overcoming the consequences of using food as a weapon in Ukraine. *Ekonomika APK*. 2024. № 31(1). Pp. 19-28. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202401019>
12. Towards cleaner production: Certified seed adoption and its effect on technical efficiency / Baglan M., Mwalupaso G.E., Zhou X., Geng X. *Sustainability*. 2020. № 12(4), article number 1344. doi: 10.3390/su12041344.
13. Efficiency dynamics among onion growers in Maharashtra: a comparative analysis of drip irrigation adopters and non-adopters / Kale R. B., Gavhane A. D., Thorat V. S., Gadge S. S., Wayal S. M., Gaikwad S. Y., Singh S., Khandagale K. S., Bhat R., Mahajan V. 2024. *Figshare. Collection*. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.C.7161888.V1> (Дата звернення 28.03.2025)
14. Determination of the optimal ozonation mode for winter garlic planting material / Pugach S. G., Zavada L. M., Zamuriev O. O., Kudin D. V., Opalev P. O., Melnyk A. V., Scherbina S. A., Semchenko O. L. *Problems of atomic science and technology*. 2021. № 4. 204-206.
15. Efficiency of potato and garlic virus control by interferon use/Melnyk O., Mytenko I., Dukhina N., Semchenko O., Vitanov O., Shcherbina S., Datsenko S., Zelendin Y., Chefonova N., Ivanin D. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. № 10(2). Pp. 50-54.
16. Мамчур В. А. Розвиток підприємницької діяльності в аграрному секторі економіки: інституціональні засади. Монографія. К.: ННЦ «ІАЕ», 2023. 280 с.
17. Безугла Л. С. Маркетинговий аналіз плодоовочевих ринку в контексті виробництва біологічно цінних харчових продуктів. *Економічний простір*. 2020. № 154. С. 31-35. <https://doi.org/10.32782/2224&6282/154&5>
18. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. (n.d.). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 02.04.2025).
19. Виробники часнику в Україні. URL: <https://tripoli.land/ua/farmers/ovoshchevody/proizvoditeli-chesnoka> (дата звернення: 04.04.2025).
20. Полевик В. Досвід господарств. Все по часнику. *Пропозиція*. 2021. № 7-8. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vse-po-chasnyku> (дата звернення: 04.04.2025).

21. Рудь В.П., Терьохіна Л.А. Ринок часнику в контексті сучасних дестабілізуючих викликів. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 9 URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.9.131> (дата звернення: 04.05.2025).

REFERENCES:

- Kozak, O.A., Hryshchenko, O.Yu., & Puhachov, V.M. (2003). *Torhivlia ahroprodovolchoiu produktsiiei u mizh Ukrainoiu ta Yevropeiskym Soiuzom v umovakh viiskovoho stanu* [Trade in agri-food products between Ukraine and the European Union under military conditions]. Kyiv: NNC «IAE», 112
- Rossokha, V.V. (2023). *Innovatsiino-tehnologichne zabezpechennia rozvytku silskoho hospodarstva* [Innovative and technological support for the development of agriculture]. Kyiv: NNTs «IAE», 176 [in Ukrainian].
- Zakharchuk, O.V., Vyshnevetska, O.V., & Navrotskyi, Ya.F. et al. (2022). *Innovatsiino-investytsiyni rozvytok rynkiv tekhnichnykh zasobiv, nasinnia ta tekhnologii u roslinnytstvi* [Innovation and investment development of markets for technical means, use and technologies in crop production]. Kyiv: NNTs «IAE», 264.
- Ulianych, O.I., Yatsenko, V.V., Shevchuk, K.M., & Ostapenko, N.O. (2020). Zrostannia ta vrozhaist chasnyku zalezno vid sortu v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Growth and yield of garlic depending on the variety in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahronomiia – Agronomy*, 97, 1, 249-259. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-218-228 [in Ukrainian].
- Palamarchuk, D.D. (2020). Ahroekologichna otsinka vyroshchuvannia ozymoho chasnyku v umovakh Zhytomyrskoho Polissia [Agroecological assessment of winter garlic cultivation in the conditions of Zhytomyr Polissya]. *Sil'ske hospodarstvo – stalnyi rozvytok Ukrainy: Tezy dopovidei vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Agriculture – sustainable development of Ukraine: abstracts of reports of the All-Ukrainian scientific and practical conference] (pp. 43-47). Zhytomyr [in Ukrainian].
- Palamarchuk, D.D. (2020). Hospodarsko-biologichna otsinka sortiv ozymoho chasnyku v umovakh Zhytomyrshchyny [Economic and biological evaluation of winter garlic varieties in the conditions of Zhytomyr region]. *Mizhdystsyplinarni naukovy doslidzhennia: osoblyvosti ta tendentsii: Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo konferentsii* [Interdisciplinary scientific research: features and trends: abstracts of reports of the international scientific conference] (pp. 9-11). Chernihiv [in Ukrainian].
- Zakharchuk, O.V. (Ed.). (2023). *Stratehiia konkurentospromozhnoho rozvytku investytsiynoho ta materialno-tekhnichnogo zabezpechennia silskoho hospodarstva* [Strategy for the competitive development of investment and logistical support for agriculture]. Kyiv: NNTs «IAE», 96 [in Ukrainian].
- Goncharenko, V.Yu. (Ed.). (2019). *Systema udobrennia ovochevykh i bashtannykh kultur* [Fertilization system for vegetable and melon crops]. Kyiv: Agrarian Science, 152 [in Ukrainian].
- Ivchenko, V.M., Pyvovar, V.S., & Ozimko, O.S. et al. (2020). Etodychni polozhennia ta normy produktyvnosti i vytrat palyva na vnesenni dobryv, zakhysti silskohospodarskykh kultur [Methodological provisions and norms of productivity and fuel consumption for fertilizer application and crop protection]. NDI «Ukrhropromproduktivnist», 200
- Borysenko, V., & Borysenko, D. (2024). Optimisation of production and modelling of production costs in farms. *Ekonomika APK*, 31(1), 10-18. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202401010>
- Borodina, O., Prokopa, I., & Rykovska, O. (2024). Strengthening the role of local agri-food systems in overcoming the consequences of using food as a weapon in Ukraine. *Ekonomika APK*, 31(1), 19-28. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202401019>
- Baglan, M., Mwalupaso, G.E., Zhou, X., & Geng, X. (2020). Towards cleaner production: Certified seed adoption and its effect on technical efficiency. *Sustainability*, 12(4), article number 1344. doi: 10.3390/su12041344.
- Kale, R.B., Gavhane, A.D., Thorat, V.S., Gadge, S.S., Wayal, S.M., Gaikwad, S.Y., Singh, S., Khandagale, K.S., Bhat, R., & Mahajan, V. (2024). Efficiency dynamics among onion growers in Maharashtra: a comparative analysis of drip irrigation adopters and non-adopters. *Figshare*. <https://doi.org/10.6084/M9.FIGSHARE.C.7161888.V1>
- Pugach, S.G., Zavada, L.M., Zamuriev, O.O., Kudin, D.V., Opalev, P.O., Melnyk, A.V., Scherbina, S.A., & Semenchenko, O.L. (2021). Determination of the optimal ozonation mode for winter garlic planting material. *Problems of atomic science and technology*, (4), 204-206.
- Melnyk, O., Mytenko, I., Dukhina, N., Semenchenko, O., Vitanov, O., Shcherbina, S., Datsenko, S., Zelendin, Y., Chefonova, N., & Ivanin, D. (2020). Efficiency of potato and garlic virus control by interferon use. *Ukrainian Journal of Ecology*. 10 (2). 50-54.
- Mamchur, V.A. (2023). *Rozvytok pidpriemnytskoi diialnosti v aharnomu sektori ekonomiky: instytutsionalni zasady* [Development of entrepreneurial activity in the agricultural sector of the economy: institutional foundations]. Kyiv: NNTs «IAE», 280
- Bezuhla, L.S. (2020). Marketynhovyi analiz plodoovochevoho rynku v konteksti vyrobnytstva biologichno tsinnykh kharchovykh produktiv [Marketing analysis of the fruit and vegetable market in the context of the production of biologically valuable food products]. *Ekonomichnyi prostir – Economic space*, (154), 31-35. URL: <https://doi.org/10.32782/2224&6282/154&5>
- Official website of the State Statistics Service of Ukraine. (n.d.). URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
- Vyrobnyny chasnyku v Ukraini [Garlic producers in Ukraine]. URL: <https://tripoli.land.ua/farmers/ovoshchevody/proizvoditeli-chesnoka>
- Polievkyk, V. (2021). Dosvid hospodarstv. Vse po chasnyku [Farm experience. Everything about garlic]. *Propozytsiia – Offer*, 7-8. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vse-po-chasnyku>
- Rud, V., Teryokhina, L. (2025). Rynok chasnyku v konteksti suchasnykh destabilizuiuchykh vyklykiv [The garlic market in the context of modern destabilizing challenges]. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. 9 URL: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.9.131>

Рудь В.П., Шабля О.С., Терьохіна Л.А., Мельник О.В., Полагенько О.С. Ринок часнику в Україні. Проблеми та перспективи розвитку

Мета статі – здійснити огляд ринку часнику в Україні, встановити основні проблеми, оцінити можливості виробництва та визначити напрями підвищення ефективності на перспективу. **Методи.** Для досягнення поставленої мети у процесі роботи використовували методи: математико-статистичний, групування, абстрактно-логічний, діалектичний метод пізнання. **Результати.** Розглянуто сучасний стан виробництва часнику в Україні. Встановлено частку цієї культури у загальних посівних площах і валовому виробництві овочів, наведено дані щодо розміщення виробництва часнику в різних природно-кліматичних зонах України та окремих категоріях господарств. Визначено причини, що стримують ефективний розвиток цього сегменту овочевого ринку, до яких належать: застосування застарілих технологій та практична відсутність інновацій; недостатня кількість необхідних потужностей для доробки, фасування, зберігання і переробки, відсутність професійного брендингу та ефективної інфраструктури, низький розвиток агрологистики. Викладено загальну стратегію і пріоритетні напрями наукового забезпечення виробництва часнику у перспективі в умовах інтеграційних процесів. **Висновки.** Проведений аналіз виробництва овочевих культур в Україні свідчить, що частка «часникового» сектору в загальних площах посіву овочів становить 5%, а у валових зборах – біля 2%. Загальний дефіцит обсягів виробництва часнику до науково-обґрунтованих норм споживання складає 2,6 тис. тонн. Встановлено, що основне виробництво часнику в Україні зосереджено у Західному, Центральному та Північному регіонах. Найбільше скорочення обсягів виробництва відбулося у Південному та Східному регіонах України, які перебувають на тимчасово окупованих територіях України або де велися бойові дії. Подальший розвиток виробництва часнику в Україні необхідно спрямовувати шляхом високоінтенсивного виробництва на основі впровадження нових високопродуктивних сортів і гібридів, з високими смаковими показниками та науковим супроводом. При цьому у перспективі необхідне технічне переоснащення галузі овочівництва, розвиток систем інформаційного забезпечення, створення служб маркетингу та розвиток інфраструктури ринку.

Ключові слова: часник, ринок, попит, пропозиція, зональне розміщення, перспективи.

Rud V.P., Shablia O.S., Teryokhina L.A., Melnyk O.V., Polahenko O.S. Garlic market in Ukraine. Problems and prospects for development

The **purpose** of the article is to conduct a review of the garlic market in Ukraine, identify the main problems, assess production capabilities and determine areas for improving efficiency in the future. **Methods.** To achieve the goal, the following methods were used in the work process: mathematical-statistical, grouping, abstract-logical, dialectical method of cognition. **Results.** The current state of garlic production in Ukraine is considered. The share of this crop in the total sown areas and gross vegetable production is established, data on the location of garlic production in different natural and climatic zones of Ukraine and individual categories of farms are provided. The reasons that hinder the effective development of this segment of the vegetable market are identified, which include: the use of outdated technologies and the practical absence of innovations; insufficient number of necessary capacities for processing, packaging, storage and processing, lack of professional branding and effective infrastructure, low development of agrologistics. The general strategy and priority areas of scientific support for garlic production in the future in the context of integration processes are outlined. **Conclusions.** The analysis of vegetable crop production in Ukraine shows that the share of the "garlic" sector in the total area of vegetable crops is 5%, and in gross harvests – about 2%. The total deficit of garlic production volumes to scientifically substantiated consumption norms is 2.6 thousand tons. It was established that the main production of garlic in Ukraine is concentrated in the Western, Central and Northern regions. The greatest reduction in production volumes occurred in the Southern and Eastern regions of Ukraine, which are located in the temporarily occupied territories of Ukraine or where hostilities were waged. Further development of garlic production in Ukraine should be directed towards highly intensive production based on the introduction of new high-yielding varieties and hybrids, with high taste characteristics and scientific support. At the same time, in the future, technical re-equipment of the vegetable growing industry, development of information support systems, creation of marketing services and development of market infrastructure are necessary.

Key words: garlic, market, demand, supply, zonal placement, prospects.

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ НА ВОДОСПОЖИВАННЯ СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю.А. – в.о. директора

orcid.org/0009-0004-1033-7878

Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства

Національної академії аграрних наук»

Постановка проблеми. Льон олійний (*Linum usitatissimum* L.) – одна з найважливіших олійних культур, яка вирізняється високим вмістом цінних жирних кислот та білка. Вирощування льону у сівоzmінах сприяє підвищенню ефективності використання сільськогосподарських земель, покращує структуру ґрунту, сприяє накопиченню органічної речовини та зменшує загрозу розвитку бур'янів і хвороб. Одним із провідних факторів, що визначає рівень урожайності льону олійного в умовах Південного Степу України, є достатнє забезпечення рослин вологою у критичні періоди вегетації. Особливу роль відіграє режим зволоження під час проростання, інтенсивного росту стебла, бутонізації та формування насіння. Дефіцит води у ці періоди призводить до порушення фізіологічних процесів, накопичення меншої кількості біомаси та недобору врожаю, навіть у посухостійких культурах, до яких відносять і льон олійний.

Проблема нестачі доступної води в ґрунті є надзвичайно актуальною для Південного Степу, особливо з огляду на кліматичні зміни, які проявляються у зменшенні кількості опадів і підвищенні температур. Основним джерелом води для рослин у цій зоні є, переважно, атмосферні опади, але їх обсяг та розподіл упродовж вегетації зазвичай недостатній та нерівномірний. Тому одним із головних завдань технології вирощування льону олійного постає забезпечення оптимального водного режиму ґрунту, максимальне збереження і раціональне використання води рослинами шляхом добору адаптованих сортів, оптимізації елементів живлення та застосування сучасних інших елементів технології. За умов водного дефіциту необхідно враховувати як біологічні особливості культури, так і агротехнічні заходи, що сприяють підвищенню її стійкості до абіотичних стресів та забезпечують отримання сталої продуктивності у посушливих регіонах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вологозабезпечення – один із найважливіших факторів, який обмежує продуктивність льону олійного (*Linum usitatissimum* L.), особливо в умовах Південного Степу України, де проявляються незначна кількість опадів, високі температури і надмірне випаровування. Продуктивність цієї культури значною мірою визначається кількістю ґрунтової води, яка забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, формування кореневої системи, оптимальні транспіраційні процеси,

терморегуляцію та ефективне засвоєння поживних речовин рослинами [1-3].

Забезпечення льону олійного вологою залежить не лише від кількості опадів під час вегетації, а й від ефективності їх поглинання, утримання ґрунтом та раціонального використання рослинами.

Оптимізація фону живлення не лише посилює ростові процеси, збільшує водоспоживання посівів та забезпечує прирости врожаю, а й сприяє більш ефективному використанню води рослинами на формування його одиниці [4, 5].

Внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних і калійних, сприяє активізації ростових процесів, розвитку кореневої системи та покращенню фотосинтетичної діяльності посівів льону олійного. За даними Ф. Ф. Адаменя і Л. Е. Арсланової [6], оптимальне живлення мінеральними добривами забезпечує не лише приріст урожайності, а й більш повне використання ґрунтової води впродовж вегетації. Іншими дослідниками також встановлено [7], що застосування різних форм азотних добрив позитивно впливає на водний режим, підвищуючи коефіцієнт водоспоживання льону, особливо в критичні фази розвитку культури.

Як зазначає І. О. Біднина [8], на темно-каштанових ґрунтах Півдня України оптимальні дози мінеральних добрив підвищують ефективність поглинання і засвоєння води рослинами льону, зменшуючи її втрати шляхом випаровування та стікання. Це підтверджують також дослідження Р. А. Вожегової та колег [9], які зазначають, що в умовах дефіциту опадів застосування НРК-добрив сприяє більш економічному й раціональному використанню наявної води, що позитивно впливає на формування врожаю насіння.

Дослідники також повідомляють про необхідність збалансованого внесення мінеральних добрив. Порушення співвідношення між елементами живлення може призводити до зниження водоутримуючої здатності рослин і нераціонального використання водних ресурсів [10, 11]. Їх дослідженнями встановлено, що найбільш ефективною є комплексна система удобрення, яка сприяє оптимізації водного режиму посівів льону олійного.

Позакореневі підживлення препаратів на основі мікроелементів (бор, цинк, марганець), регуляторів росту, біологічних стимуляторів активізують

фізіолого-біохімічні процеси в рослині, посилюють розвиток кореневої системи, що, в свою чергу, забезпечує кращий доступ до ґрунтової вологи. Т. А. Сябрук та ін. [12] провівши дослідження, зазначають, що внесення біопрепаратів підвищує фотосинтетичну активність, прискорює формування листкового апарату, а це сприяє більш раціональному використанню рослинами вологи з орного шару ґрунту.

Застосування позакореневих підживлень у критичні фази росту льону (бутонізація, налив насіння) покращує водний баланс у тканинах, що особливо важливо в умовах високих температур та зниженого атмосферного зволоження [10].

Визначення потреби льону олійного у волозі та встановлення найбільш чутливих до нестачі води періодів вегетації дозволяє сільгоспвиробникам створювати максимально сприятливі умови для росту і розвитку цієї культури. Рівень водоспоживання посівів значною мірою впливає на формування врожаю, а тому дослідження впливу різних агротехнічних заходів – зокрема передпосівної обробки насіння біопрепаратами та оптимізації живлення з орієнтацією на ресурсозбереження – має важливе практичне значення.

Мета. Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсоощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива і проведення позакореневих підживлень препаратами на загальне водоспоживання та витрати вологи, необхідні для формування одиниці врожаю сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир за вирощування їх на чорноземі південному в посушливих умовах зони Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН” за загальноприйнятими методиками [13-15].

Сорти льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир висівали після пшениці озимої. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі ґрунту 3,2-3,3%, середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. Агротехніка вирощування льону олійного у дослідках була загальноприйнятною для зони Півдня України, окрім факторів, взятих на вивчення.

Льон олійний висівали у третій декаді березня – першій декаді квітня, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягала 6–8 °С. Сівбу проводили нормою 5,5–7,0 млн схожих насінин на гектар, з глибиною загортання насіння 2–3 см. Перед сівбою насіння льону

олійного обробляли біологічним препаратом Азотофіт у нормі 1,0 л/т для покращення азотного живлення та стимуляції росту, а також протруювали фунгіцидом Максим XL 035 FS у нормі 1,0 л/т з метою захисту від комплексу насінневої та ґрунтової інфекцій. У фазу 4-6 листків (ялинки) проводили позакореневе підживлення посіву рослин згідно схеми дослідів Органік баланс 1,0 л/га. На початку бутонізації проводили позакореневе підживлення також Органік балансом 1,0 л/га сумісно з борвмісним препаратом Боропті у нормі 150 г/га. У фазу початку наливу насіння в період активного транспорту асимілянтів у генеративні органи проводили позакореневе підживлення Азотофітом 0,5 л/га.

Схема дослідів включала 3 фактори: *Фактор А* – сорти льону олійного (Водограй, Добродар та Запорізький богатир). *Фактор В* – Обробка насіння перед сівбою (1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Азотофіт 1,0 л/т). *Фактор С* – Фон живлення (1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків); 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації); 5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 6. Без добрив + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння); 7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс 1,0 л/га (фаза 4-6 листків) + Органік баланс 1,0 л/га + Боропті 150 г/га (початок бутонізації) + Азотофіт 0,5 л/га (початок наливу насіння). Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали до сівби та після збирання врожаю термостатно-ваговим методом. Для розрахунку сумарного водоспоживання використовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання розраховували за відношенням показника сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння. Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [16]. Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю у досліді з льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень встановлено, що сумарне водоспоживання льону олійного суттєво змінювалось залежно від погодних умов року вирощування (табл. 1). Максимальним сумарне водоспоживання визначено у 2023 році – 3414 м³/га, що обумовлювалось сприятливим вологозабезпеченням та достатньою кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду – 2574 м³/га, або

Таблиця 1

Сумарне водоспоживання та його баланс за вирощування льону олійного

Рік вирощування	Сумарне водоспоживання, м³/га	Частка у балансі, м³/га	
		опадів	ґрунтової вологи
2022	1614	862	752
2023	3414	2574	840
2024	1320	503	817
2022–2024 рр.	2116	1313	803

75,4% балансу водоспоживання (рис. 1). Мінімальним сумарним водоспоживанням було у посушливому 2024 році – лише 1320 м³/га, з яких на опади припадало 503 м³/га (38,1 % балансу), а решту забезпечували запаси ґрунтової вологи (817 м³/га, або 61,9 %).

У 2022 році сумарне водоспоживання склало 1614 м³/га, з яких на опади припадало 862 м³/га (53,4%), а на використання ґрунтової вологи – 752 м³/га (46,6%). У середньому за три роки вирощування (2022–2024 рр.) на формування врожаю льону олійного витрачалося

2116 м³/га води, з яких 62,1% забезпечували опади, а 37,9% – ґрунтова волога.

Нами визначено пряму та тісну кореляційну залежність між сумарним водоспоживанням та рівнями врожайності насіння, сформованого досліджуваними сортами льону олійного (рис. 2). Коефіцієнт кореляції становив 0,9949–0,9997, що характеризує дуже сильний зв'язок.

Аналіз отриманих даних свідчить, що для всіх сортів мінімальні значення коефіцієнта водоспоживання

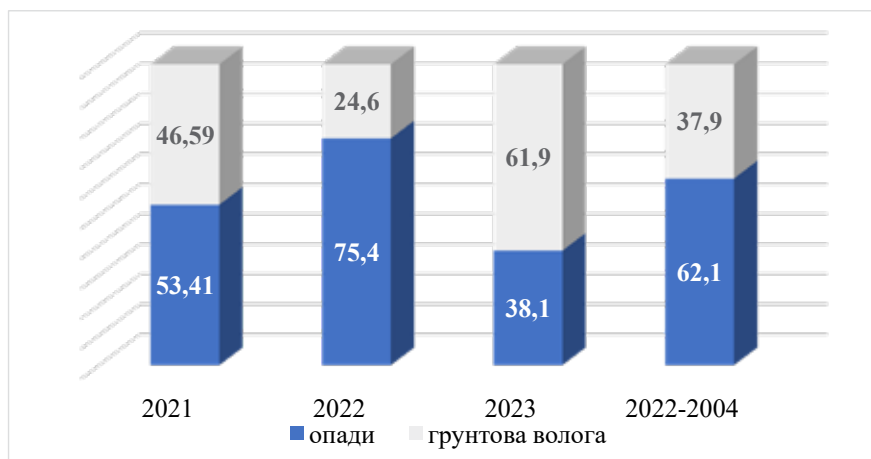


Рис. 1. Складові елементи балансу водоспоживання, %

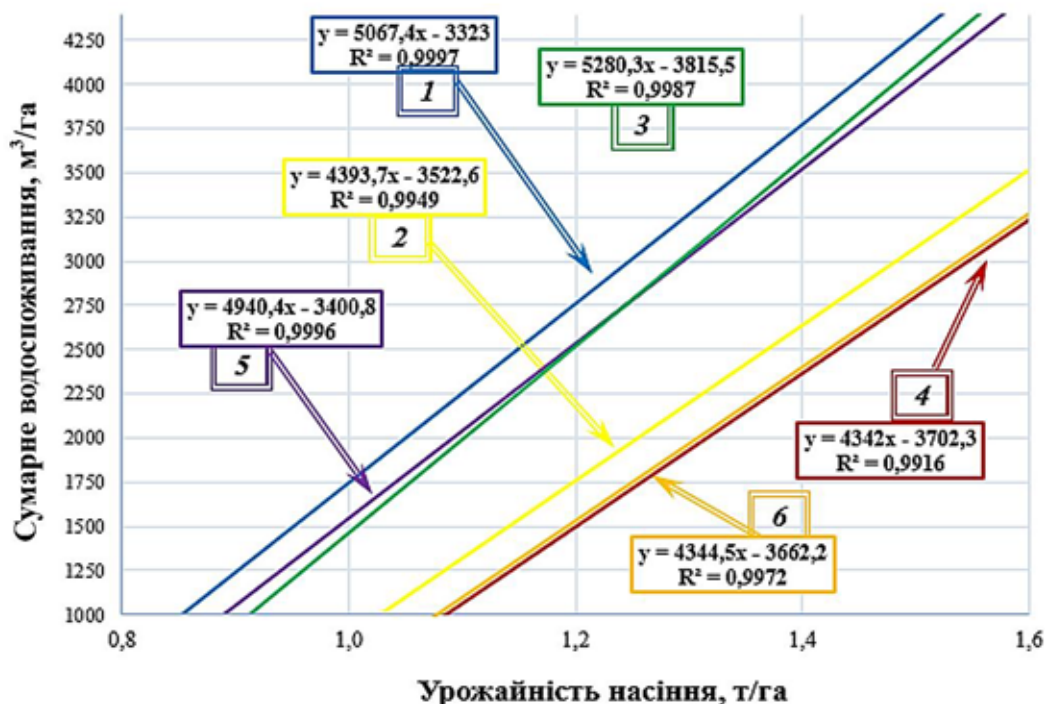


Рис. 2. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю насіння та сумарним водоспоживанням льону олійного (середнє за 2022–2024 рр.)

1. Сорт Водограй, обробка насіння водою; 2. Сорт Водограй, обробка насіння Азотофітом; 3. Сорт Добродар, обробка насіння водою; 4. Сорт Добродар, обробка насіння Азотофітом; 5. Сорт Запорізький богатир, обробка насіння водою; 6. Сорт Запорізький богатир, обробка насіння Азотофітом

незалежно від року вирощування визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, проведення позакоренових підживлень препаратами (Органік баланс, Бороплюс, Азотофіт) та за передпосівної обробки насіння Азотофітом (табл. 2). Передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофіт додатково підвищує ефективність водоспоживання, забезпечуючи більш раціональне використання як атмосферних опадів, так і запасів ґрунтової вологи.

Так, найменшим коефіцієнт водоспоживання визначено у 2024 році для всіх сортів льону олійного. У сорту Добродар у варіанті внесення комплексного добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$, передпосівної обробки насіння біопрепаратом Азотофіт та проведення позакоренового підживлення Органік балансом у фазу 4-6 листків та Органік баланс + Боропті на початку бутонізації + Азотофіт на початку наливу насіння коефіцієнт водоспоживання склав 904,1 м³/т, у сорту Запорізький богатир – 923,1, а Водограй – 963,5 м³/т, що в 1,4 рази менше порівняно з контролем. Це засвідчує важливе значення оптимізації

живлення рослин у ефективному та ощадливому використанні води на формування одиниці врожаю за одночасного зменшення непродуктивних її втрат на випаровування.

Внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$ та проведення позакоренового підживлення Органік балансом сумісно з Боропті на початку бутонізації також забезпечує суттєве зниження коефіцієнта водоспоживання в усі роки досліджень. Показники цього варіанту значно нижчі від контролю, що також свідчить про більш сприятливе та ощадливе використання води. Так, у 2024 році коефіцієнт водоспоживання склав у сорту Водограй 1015,4 м³/т за обробки насіння Азотофітом, сорту Добродар – 970,6, а Запорізький богатир – 977,8, що в 1,2 рази менше, ніж у контролі.

Загалом, отримані нами результати досліджень свідчать про суттєве зниження коефіцієнта водоспоживання льону олійного за впровадження комплексної ресурсощадної системи живлення з використанням сучасних препаратів для передпосівної обробки насіння та

Таблиця 2

Коефіцієнт водоспоживання посівів льону олійного залежно від досліджуваних факторів за роками вирощування, м³/т

Варіант живлення (фактор С)	Передпосівна обробка насіння (фактор В)					
	Обробка водою			Обробка Азотофітом		
	2022	2023	2024	2022	2023	2024
Сорт Водограй (фактор А)						
1.Контроль	2273,2	3161,1	1970,1	1921,4	2547,8	1609,8
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1855,2	2688,2	1590,4	1551,9	2231,4	1320,0
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1735,5	2586,4	1450,5	1441,1	2160,8	1211,0
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1454,1	2322,4	1222,2	1241,5	1928,8	1015,4
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1551,9	2456,1	1306,9	1291,2	2044,3	1082,0
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1754,3	2731,2	1590,4	1480,7	2260,9	1306,9
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1367,8	2246,1	1157,9	1144,7	2020,1	963,5
Сорт Добродар (фактор А)						
1.Контроль	2152,0	3048,2	1808,2	1834,1	2473,9	1534,9
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1754,3	2586,4	1517,2	1480,7	2160,8	1257,1
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1646,9	2510,3	1375,0	1391,4	2094,5	1157,9
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1379,5	2276,0	1168,1	1195,6	1855,4	970,6
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1480,7	2387,4	1233,6	1232,1	1984,9	1031,3
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1630,3	2646,5	1483,1	1403,5	2188,5	1222,2
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1301,6	2174,5	1109,2	1098,0	1950,9	904,1
Сорт Запорізький богатир (фактор А)						
1.Контроль	2181,1	2994,7	1885,7	1813,5	2438,6	1552,9
2. $N_{15}P_{15}K_{15}$	1754,3	2586,4	1534,9	1467,3	2174,5	1281,6
3. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс	1663,9	2473,9	1389,5	1391,4	2081,7	1147,8
4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Боропті	1403,5	2260,9	1168,1	1186,8	1875,8	977,8
5. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Азотофіт	1467,3	2387,4	1257,1	1241,5	1996,5	1039,4
6.Без добрив + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1646,9	2626,2	1517,2	1391,4	2202,6	1233,6
7. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік баланс + Органік баланс + Боропті + Азотофіт	1312,2	2188,5	1118,6	1105,5	1962,1	923,1

підживлень. Це підтверджує високу ефективність біологізованих і ресурсозберігаючих технологій у підвищенні ефективного використання води рослинами льону олійного та адаптації культури до посушливих умов. Також зазначене пересвідчує у тому, що льон є посухостійкою культурою, яка здатна за належної технології вирощування формувати стапу продуктивність навіть за обмеженої кількості води.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що сумарне водоспоживання льону олійного істотно змінюється залежно від погодних умов року вирощування. Найбільшим воно визначено у 2023 році – 3414 м³/га завдяки сприятливому режиму зволоження і підвищеній кількості опадів. Натомість у найбільш посушливому 2024 році цей показник був мінімальним – лише 1320 м³/га, з яких основна частка забезпечувалася за рахунок запасів ґрунтової води. Найнижчі значення коефіцієнта водоспоживання визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, сучасних препаратів для позакоренових підживлень, особливо за передпосівної обробки насіння Азотофітом. За таких умов ефективність використання води підвищується, а її витрати на формування одиниці врожаю знижуються у 1,2–1,4 рази порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рудік О. Л. Вплив вологозабезпечення на процеси росту та розвитку сортів льону в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. № 98. С. 113–121.
2. Ефективність використання води рослинами льону олійного залежно від водозабезпеченості / Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Минкін М. В., Минкіна А. О. *Таврійський науковий вісник*. 2005. № 41. С. 3–8.
3. Оккерт А. В., Поляков О. І., Нікітенко О. В. Водоспоживання льону олійного залежно від системи догляду за посівами за різних норм висіву. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова (Дніпро, 12–13 жовтня 2023 р.)*. ДУ Інститут зернових культур. 2023. С. 151–153.
4. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Коваленко О. А., Пилипенко Т. В. *Наукові горизонти*. 2020. № 02(87). С. 89–101. doi: 10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101
5. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В. Шляхи підвищення стійкості та адаптації землеробської галузі у повоєнний період. Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри: міжнародний форум, (м. Миколаїв, 01–02 червня 2023 р.). Миколаїв: МНАУ, 2023. С. 31–34.
6. Адаменко Ф. Ф., Арсланова Л. Е. Вплив системи удобрення на якісні показники насіння льону олійного. *Вісник ХНАУ. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодощовівництво*. 2013. № 9. С. 3–6.

7. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Махно О. О. Вплив агроприйомів вирощування на водоспоживання льону олійного сорту водограй. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 27. С. 117–124.
8. Біднина І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив на темно-каштановому ґрунті при вирощуванні льону олійного. *Таврійський науковий вісник*. 2012. Вип. 81. С. 28–32.
9. Вожегова Р., Боровик В., Коновалова В. Урожайність і якість насіння сортів льону олійного в Південному Степу України залежно від різних умов вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3. Том 98. С. 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12>
10. Гамаюнова В. В., Задирко Р. В. Вплив обробки насіння та ресурсоощадного живлення на водоспоживання льону олійного в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 22. С. 186–192. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.29>.
11. Шувар А. М. Вплив форм азотних добрив на продуктивність льону олійного в умовах Лісостепу Західного. *Науково-технічний бюлетень інституту олійних культур НААН*. 2018. № 26. С. 108–114. DOI: 10.36710/ioc-2018-26-12
12. Вплив біологічних препаратів на продуктивність льону олійного в умовах Південного Степу України / Сябрук Т. А., Коновалова В. М., Левенець Т. П., Рудік О. Л. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2021. Вип. 34. С. 61–68.
13. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
14. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
15. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.
16. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES

1. Rudik, O.L. (2017). Vplyv volohozabezpechennia na protsesy rostu ta rozvytku sortiv lnu v umovakh pivdnia Ukrainy [Effect of moisture supply on growth and development processes of flax varieties in the south of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 98, 113–121 [in Ukrainian].
2. Ushkarenko, V.O., Lazer, P.N., Mynkin, M.V., & Mynkina, A.O. (2005). Efektyvnist vykorystannia vody roslynamy lnu oliinoho zalezno vid vodozabezpechennosti [Efficiency of water use by oil flax plants depending on water supply]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 41, 3–8 [in Ukrainian].
3. Okkert, A.V., Poliakov, O.I., & Nikitenko, O.V. (2023). Vodospozhyvannia lnu oliinoho zalezno vid systemy dohliadu za posivamy za riznykh norm vysivu [Water consumption of oil flax depending on the crop care system at different seeding rates]. *Zernova haluz – problemy ta perspektyvy tekhnolohichnoho zabezpechennia* [Grain industry – problems and prospects of technological

- support]. Materialy Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii z nahody 100- richchia vid dnia narodzhennia doktora silskohospodarskykh nauk, profesora, akademika NAAN Valentyna Serhiiovycha Tsykova (pp. 151–153.). Dnipro: DU Instytut zernovykh kultur [in Ukrainian].
4. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., Kovalenko, O.A., & Pylypenko, T.V. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannya mineralnykh dobryv za zberezhennia hruntovoi rodiuchosti v umovakh zminy klimatu [Modern approaches to the use of mineral fertilizers while preserving soil fertility under climate change]. *Naukovi horyzonty*, (02)87, 89–101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101> [in Ukrainian].
 5. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., & Baklanova, T.V. (2023). Shliakhy pidvyshchennia stiikosti ta adaptatsii zemlerobskoi haluzi u povoyennyi period [Ways to increase stability and adaptation of agriculture in the postwar period]. *Food Security of Ukraine under War and Postwar Recovery: Global and National Dimensions: International Forum*, pp. 31–34. Mykolaiv: MNAU [in Ukrainian].
 6. Adamen, F.F., & Arslanova, L.E. (2013). Vplyv systemy udobrennia na yakisni pokaznyky nasinnia lnu oliinoho [Effect of fertilization system on quality indicators of oil flax seeds]. *Visnyk KhNAU. Seriya: Roslynnnytstvo, selektsiia i nasinnnytstvo, plodovochivnytstvo*, 9, 3–6 [in Ukrainian].
 7. Polyakov, O.I., Nikitenko, O.V., & Makhno, O.O. (2019). Vplyv ahropyriomiv vyroshchuvannya na vodospogyvannya lnu oliinoho sortu Vodohrai [Effect of cultivation techniques on water consumption of oil flax cultivar Vodohrai]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 27, 117–124 [in Ukrainian].
 8. Bidnina, I.O. (2012). Efektyvnist zastosuvannya mineralnykh dobryv na temno-kashtanovomu hrunti pry vyroshchuvanni lnu oliinoho [Effectiveness of mineral fertilizers on dark chestnut soil under oil flax cultivation]. *Tavriiskyi naukovy visnyk*, (81), 28–32 [in Ukrainian].
 9. Vozhegova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhainist i yakist nasinnia sortiv lnu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezno vid ryznykh umov vyroshchuvannya [Yield and seed quality of oil flax varieties in the Southern Steppe of Ukraine depending on growing conditions]. *Visnyk aharnoï nauky*, 98(3), 82–87. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12> [in Ukrainian].
 10. Hamaiunova, V.V., & Zadyrko, R.V. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhivlennia na vodospogyvannya lnu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of seed treatment and resource-saving nutrition on water consumption of oil flax in the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 22, 186–192. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2023.22.29> [in Ukrainian].
 11. Shuvar, A.M. (2018). Vplyv form azotnykh dobryv na produktyvnist lnu oliinoho v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Effect of nitrogen fertilizer forms on productivity of oil flax in the Western Forest-Steppe]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*, 26, 108–114. <https://doi.org/10.36710/ioc-2018-26-12> [in Ukrainian].
 12. Siabruk, T.A., Konovalova, V.M., Levenets, T.P., & Rudik, O.L. (2021). Vplyv biolohichnykh preparativ na produktyvnist lnu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of biological preparations on oil flax productivity in the Southern Steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologhiia*, 34, 61–68 [in Ukrainian].
 13. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. K.: Tsentri uchbovoyi literatury, 264 [in Ukrainian].
 14. Rozhkov, A.O. (Ed.). (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Research case in agronomy. Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 15. Rozhkov, A.O. (Ed.). (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Statystychna obrobka rezul'tativ ahronomichnykh doslidzhen [Research case in agronomy. Statistical processing of agronomic research results]*. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
 16. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiinyi i koreliatsiinyi analiz u zemlerobstvi ta roslynnnytstvi [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production]*. Kherson: Ailant, 272 [in Ukrainian].
- Зелінський Ю.А. Вплив факторів вирощування на водоспоживання сортів льону олійного в умовах Південного Степу України**
- Метою** досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та ресурсощадного живлення, а саме внесення комплексного мінерального добрива та проведення позакоренових підживлень препаратами на сумарне водоспоживання та коефіцієнт водоспоживання сортів льону олійного Водограй, Добродар та Запорізький богатир за вирощування на чорноземі південному в умовах зони Степу України.
- Методи.** Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі ДУ “Миколаївської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН”. Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали до сівби та після збирання врожаю термостатно-ваговим методом. Для розрахунку сумарного водоспоживання використовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання розраховували за відношенням загального сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння. Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока. Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю у досліді з льоном олійним проводили згідно зональних методичних рекомендацій та ДСТУ. За **результатами досліджень** визначено, що сумарне водоспоживання льону олійного значно залежить від погодних умов року вирощування. У сприятливому за вологозабезпеченням 2023 р. цей показник був максимальним, а в найбільш посушливому 2024 р. – найнижчим. Основним джерелом вологи для культури є атмосферні опади, проте у роки з їх дефіцитом важливу роль відіграють і запаси ґрунтової вологи. Встановлено пряму кореляційну залежність між сумарним водоспоживанням та рівнем урожайності насіння досліджуваних сортів льону олійного. Найнижчими значення коефіцієнта водоспоживання визначено у варіантах із застосуванням комплексного мінерального живлення, сучасних препаратів для позакоренових підживлень, особливо

за передпосівної обробки насіння Азотофітом. За таких умов ефективність використання води підвищується, а витрати її на формування одиниці врожаю знижуються у 1,2–1,4 рази порівняно з контролем. **Висновки.** Дослідженнями з трьома сортами льону олійного в умовах Південного Степу України визначено, що передпосівна обробка насіння біопрепаратом Азотофіт (1,0 л/т) у поєднанні з застосуванням комплексного мінерального добрива $N_{15}P_{15}K_{15}$ і проведенням позакореневих підживлень сучасними препаратами (Органік баланс, Боропті, Азотофіт) суттєво знижує коефіцієнт водоспоживання посівами льону олійного, що свідчить про можливість отримання сталої продуктивності культури навіть за несприятливих посушливих умов.

Ключові слова: льон олійний, сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, передпосівна обробка насіння, біопрепарати, позакореневе підживлення, ресурсощадні елементи технології.

Zelinskyi Yu.A. Influence of Cultivation Factors on Water Consumption of Oil Flax Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. The research aimed to determine the effect of pre-sowing seed treatment and resource-saving nutrition, namely the application of complex mineral fertilizers and foliar feeding with preparations, on the total water consumption and water consumption coefficient of the oil flax varieties Vodohrai, Dobrodar, and Zaporizkyi Bohatyr when grown on southern chernozem in the Steppe zone of Ukraine. **Methods.** Experimental studies were conducted at the experimental field of the Mykolaiv State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of the Steppe NAAS. The thermostat-weight method determined soil moisture in the 0–100 cm layer before sowing and after harvest. The calculation of total water consumption was performed using the water balance method. The water consumption coefficient was calculated as the ratio

of total water consumption to seed yield. Statistical analysis of experimental data was carried out using Microsoft Office Excel and the Agrostat software package. The correlation coefficient values were analyzed according to the Chaddock scale. Observations of plant condition, sample collection, and yield accounting in the oil flax experiment were carried out by regional methodological recommendations and standards (DSTU). The study **results** showed that the total water consumption of oil flax is highly dependent on the weather conditions of the growing year. This indicator was at its maximum in the favorable and well-watered year of 2023, while it was the lowest in the driest year of 2024. The primary source of water for the crop is atmospheric precipitation; however, in years with a moisture deficit, soil water reserves also play a significant role. A direct correlation was established between the total water consumption and the yield level of the studied oil flax varieties. The lowest water consumption coefficients were observed in variants with complex mineral nutrition and modern foliar preparations, especially with pre-sowing seed treatment using Azotofit. Under such conditions, water use efficiency increases, and the water cost for producing one unit of yield decreases by 1.2–1.4 times compared to the control. **Conclusions.** Studies conducted with three oil flax varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine revealed that pre-sowing seed treatment with the biological preparation Azotofit (1.0 l/t), in combination with the application of the complex mineral fertilizer $N_{15}P_{15}K_{15}$ and foliar feeding with modern preparations (Orhanik Balans, Boropty, Azotofit), significantly reduces the water consumption coefficient of oil flax crops. This indicates the possibility of obtaining stable crop productivity even under adverse drought conditions.

Key words: oil flax, total water consumption, water consumption coefficient, pre-sowing seed treatment, bio-preparations, foliar feeding, resource-saving technological elements.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АЛЕКСЄЄВ О.О.	18	МАТУСЯК М.В.	244
АМОНС С.Е.	244	МЕЛЕНТІ В.О.	135
БАЙДА М.П.	25	МЕЛЬНИК О.В.	262
БАЛАБАШ В.С.	41	МИХАЙЛЕНКО С.В.	99
БАЛАН Г.О.	99	МІЩЕНКО С.В.	62
БЕЗВІКОННИЙ П.В.	30	МОЖАРІВСЬКА І.А.	220
БІЛЕЦЬКИЙ О.В.	173	МОЛДОВАН В.Г.	110
БІЛЯВСЬКА Л.Г.	226	МОЛДОВАН Ж.А.	110
БОНДАРЕВА О.Б.	35	МУРАШКО Л.А.	214
БОНДАР Л.П.	99	НЕМЕРИЦЬКА Л.В.	135
ВІНЮКОВ О.О.	35	ОЛІЙНИК А.О.	128
ВОЖЕГОВА РА.	41, 47	ОЛЬХОВСЬКИЙ А.С.	116
ВРАДІЙ О.І.	18	ПАВЛОВА Я.С.	122
ГАДЗАЛО Я.М.	47	ПИЛИПЕНКО О.В.	226
ГАЛИЦЬКА М.А.	128	ПИСАРЕНКО Н.В.	231
ГНІТЕЦЬКИЙ М.О.	220	ПИСАРЕНКО П.В.	128
ГОЛОВАНЮК А.Б.	193	ПОДГАЄЦЬКИЙ А.А.	220
ГОПЦІЙ Т.І.	187	ПОЛАГЕНЬКО О.С.	262
ГОРАШ О.С.	94	РАТУШНИЙ Є.В.	135
ГОРДІЄНКО В.В.	231	РУДЬ В.П.	262
ГОРЯІНОВА В.В.	78	САБАДИН В.Я.	214
ГУДИМ О.В.	187	САМОЙЛИК М.О.	204
ГУМЕНЮК О.В.	214	САМОЙЛІК М.С.	128
ДЕДУХ І.В.	62	СВІТЛАКОВА А.С.	62
ДЖАМ М.А.	99	СІРОШТАН А.А.	214
ДІДУР І.М.	193	СТАНКЕВИЧ С.В.	78, 135
ДІЯНОВА А.О.	197	СУДДЕНКО Ю.М.	214
ДОЛГАЛЬОВА Ю.А.	204	ТЕРЬОХІНА Л.А.	262
ДРОЗД О.М.	69	ТОМЧУК О.М.	151
ДУБОВИК Н.С.	214	ТРАНДАФІР І.В.	104
ЖАЛДАК Д.С.	220	УСТИНОВА Г.Л.	204
ЖИЛІН О.С.	128	ФУРДИГА М.М.	231
ЖУКОВА Л.В.	78	ЦИГАНСЬКА О.І.	244
ЖУРАКОВСЬКИЙ І.С.	78	ЦИЦЮРА Я.Г.	162
ЗАБРОДІНА І.В.	135	ШАБЛЯ О.С.	262
ЗАХАРЧУК Н.А.	231	ШКАТУЛА Ю.М.	173
ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю.А.	270	ШПИРНА В.Г.	128
ІЛЬЧУК В.Т.	88	ШУВАР А.М.	69
КАЗАНОК О.О.	88	ШУВАР Н.Б.	69
КАРАЩУК Г.В.	88	ШУШКІВСЬКА Н.І.	104
КИРИЛЕНКО В.В.	214	ЮВЧИК Н.О.	180
КЛИМИШЕНА Р.І.	94	ЮРКІВ З.М.	244
КЛЮЧЕВИЧ М.М.	220	ЮРЧЕНКО А.І.	204
КОШЕЛЯЄВА Я.В.	78	ЯЩЕНКО Л.А.	180
КРАВЧЕНКО Н.В.	220	ABBASOVA T.	53
КРИВЕНКО А.І.	99, 104	BÖKE SARIKANYA N.	53
КУЛИК М.І.	197	CUMAOĞLU A.	53
ЛАВРИНЕНКО Ю.О.	62	GULIYEVA L.	53
ЛАПКО О.Б.	35	GÜMÜŞTAŞ B.	53
ЛИМАНСЬКА С.В.	187	HUSEYNOVA N.L.	255
ЛІКАР Я.О.	47	İNCE I.	53
ЛІХУШИНА Г.А.	35	SVYDENKO S.V.	141
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В.	204	VALENTIUK N.O.	141
МАРЧЕНКО В.Д.	62	YARARBAŞ G.	53
МАРЧЕНКО Т.Ю.	62	YILDIRIM Y.	53

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 30

Підписано до друку 28.04.2025 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 32,32. Наклад 300. Зам. № 0625/519
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1.
Телефон +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.