АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 29

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 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин» відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3); зі спеціальностей 051 «Економіка», 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство» відповідно до Наказу МОН України від 25.10.2023 № 1309 (додаток 4).

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 5 від 28 лютого 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 біотехнологічний університет;
Афанасьєва Оксана Геннадіївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії фітопатології, 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 агроекології 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 зрошуваного землеробства та декарбонізації агроекосистем, 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, агроекологічних 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;
Єгорова Тетяна Михайлівна – доктор сільськогосподарських наук, 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 Діянзі (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 Ісламм (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 економіних наук, професор, декан факультету менеджменту. Миколаївський національний аграрний університет;
Яковенко Роман Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри плодівництва 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 ґрунтотвірних 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

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО……7

Баган А.В., Гурба В.С. Вплив біопрепаратів на урожайність сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.)……7

Безвіконний П.В., М'ялковський Р.О. Особливості росту і розвитку рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння в умовах Західного Лісостепу……12

Василенко О.В., Нікітіна О.В., Гурський І.М., Фещенко В.В. Використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві……18

Гавій В.М., Козючко-Головач А.Г. Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайність сої……23

Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Роль біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та оптимізації мінерального живлення у формуванні врожайності соняшника……29

Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Дослідження елементів технології вирощування сої (*Glycine max* Moench) в умовах Лісостепу Правобережного……35

Єгорова Т.М., Бублик М.О., Груша В.В. Біогеохімічні засади оцінювання адаптативного потенціалу плодових культур……40

Жила П.А., Назаренко М.М. Особливості формування продуктивності сучасних гібридів соняшнику у зоні нестійкого зволоження……47

Заєць С.О., Шабля О.С., Василенко Р.М. Ефективність застосування карбамід-аміачної суміші в агроценозах сорго цукрового……52

Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В., Антал Т.В. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від основного удобрення та регуляторів росту в Лівобережному Лісостепу України……59

Коляда В.П., Халін С.Ф., Ледовська З.О. Оцінка врожайності сільськогосподарських культур та оптимізація технології їх вирощування……66

Леус В.В., Мулєнок Я.О., Шубенко Л.А. Підбір столових сортів винограду для вирощування в умовах Харківської області……71

Лікар Я.О., Гадзало Я.М., Вожегова Р.А. Енергетичний аналіз технології вирощування сортів пшениці озимої м'якої залежно від різних схем захисту рослин та строків сівби в Південному Степу……76

Матрос О.В., Матрос О.М. Капустяна міль (Plutella xylostella): сучасні підходи до захисту рослин у контексті податкових пільг та економічної ефективності……83

Небаба К.С., Загнітко В.В. Агротехнічні аспекти для формування структурних елементів урожаю гороху ярого в умовах Правобережного Лісостепу України……90

Панфілова А.В., Корхова М.М. Економічна ефективність вирощування різних видів та сортів пшениці озимої……95

Панцирева Г.В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин……101

Пелех Л.В., Онуфрійчук О.М. Особливості густоти стояння рослин соняшнику……107

Поліщук В.О., Журавель С.В., Клименко Т.В., Кравчук М.М. Особливості формування якісних і кількісних показників картоплі в залежності від різних систем удобрення……113

Сєвідов В.П. Продуктивність гібридів помідора залежно від впливу інокуляції насіння……118

Сидякіна О.В., Іванів М.О. Виробництво гречки: стан, виклики та перспективи……126

Стороженко Д.С. Скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси……133

Сторожук Ю.В. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимого тритикале за обробки по технології ДР ГРІН……139

Тетерюк Р.С., Кулик М.І. Урожайність міскантусу гігантського залежно від способу вирощування та підживлення насаджень в агрологістиці виробництва біомаси……145

Тихомирова Т.С., Кочетов М.С. Дослідження впливу відходів обсмаження та споживання кави на якість ґрунтів……155

Ткачук О.П., Гук І.М. Продуктивність та якість корму сортів стоколосу безостого……162

Трембіцька О.І., Столяр С.Г., Кропивницький Р.Б. Продуктивність сучасних гібридів соняшнику залежно від строків сівби в Лісостепу України……168

Федосов Я.С. Вплив сортових особливостей на тривалість міжфазних та вегетаційних періодів гісопу лікарського……173

Філоненко С.В., Філоненко В.С. Забур'яненість та ентомо-фітопатологічний стан посівів буряків цукрових за різних способів основного обробітку ґрунту в сівозміні……179

Філоненко С.В., Смірних В.М., Тищенко М.В. Видовий склад і шкідливість фітофагів у посівах і посадках біоенергетичних культур……187

Черних С.А., Лемішко С.М., Пришедько Н.О., Касьянов Є.О. Особливості формування якісних показників насіння соняшнику за дії фіторегуляторів і мікродобрив в гідротермічних умовах Північного Степу України……194

Четверик О.О., Шакалій С.М., Марініч Л.Г. Вплив елементів технології на фотосинтетичну продуктивність посівів сої……200

Шевченко М.С., Деревенець-Шевченко К.А., Мицик О.О., Шевченко С.М., Козечко В.І., Пришедько Н.О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України……207

Шейко І.М. Якісні показники насіння різностиглих гібридів соняшнику залежно від підживлення мікродобривами в умовах Лісостепу Західного……213

Шепель А.В. Світове та українське виробництво ріпчастої цибулі: сучасний стан і перспективи розвитку……218

Шкатула Ю.М., Кравець А.О. Мінеральне живлення соняшнику в агроекологічному контексті……227

Юрченко С.О., Баган А.В., Шакалій С.М., Годунок А.Д. Вплив позакореневого підживлення на формування урожайності сортів помідора їстівного (Solanum lycopersicum L.)……234

СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО……243

Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А., Грабовський М.Б. Широка адаптивна здатність сорту пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська – цілеспрямоване залучення до гібридизації степового і лісостепового екотипів……243

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Шукайло С.П., Хоменко Т.М., Сергеєв Л.А., Когут І.М. Особливості мікроклонального розмноження шафрану посівного *(Crocus sativus L.)*……255

Ковальов С.Р. Формування ознак продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України……262

Крижанівський В.Г. Селекційна цінність сортів пшениці озимої за господарсько-біологічними ознаками в Правобережному Лісостепу……271

ЕКОНОМІКА……277

Агаєва Х., Гулієв О. Організаційна структура управління малими сільськогосподарськими підприємствами……277

Гуторов О.І., Гуторова О.О. Комплексний механізм інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій регіону……282

Мірзаєв Н., Нагієв О. Вплив впровадження інновацій на управління ризиками в сільськогосподарських підприємствах……290

Мірзаєв Н., Салманова В. Форми та розвиток управління бізнес-процесами на високотехнологічних підприємствах……294

Мірзаєв Н., Шукурзаде Н. Види та значення інноваційного підприємництва в аграрному секторі……298

Шабатура Т.С., Яковенко А.О., Степанова М.М., Жаданова Ю.О. Облікові аспекти впровадження та використання штучного інтелекту для потреб агропромислових підприємств……304

СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО……277

Дробітько А.В., Смірнова І.В., Байсен І. Продуктивність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння в умовах півдня України……312

Колояніді Н.О., Зелінський Ю.А. Сучасні сорти нуту *Cicer arietinum* L. для півдня України……319

Семенко М.В. Вплив термінів сівби і обробки насіння на формування розсади звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.)……325

Зелінський Ю.А. Аналіз сучасного стану та перспектив вирощування льону олійного: Україна в контексті світових змін……333

Тищенко А.В., Родіонов А.В. Застосування післясходових гербіцидів та їх вплив на продуктивність рослин соняшника……342

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……347

CONTENTS

MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE.....7

Bahan A.V., Hurba V.S. The effect of biological products on the yield of soft winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.).....7

Bezvikonny P.V., Myalkovsky R.O. Peculiarities of growth and development of fodder beet plants depending on sowing dates and seed embedding depth in the conditions of the Western Forest-Steppe.....12

Vasylenko O.V., Nikitina O.V., Hurskyi I.M., Feshchenko V.V. The use of artificial intelligence technologies in organic farming.....18

Havii V.M., Koziuchko-Holovach A.H. The effect of pre-sowing seed treatment with metabolically active substances on the formation of the root system and soybean yield.....23

Hamaiunova V.V., Pavlov V.O. The role of biodestructors, pre-sowing seed treatment, and optimization of mineral nutrition in shaping sunflower yield.....29

Didur I.M., Zyuzko L.G. Research on elements of soybean (*Glycine max* Moench) growing technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe.....35

Yehorova T.M., Bublyk M.O., Grusha V.V. Biogeochemical basics of assessing the adaptive potential of fruit crops.....40

Zhyla P.A., Nazarenko M.M. Peularities of the formation of modern sunflower hybrids productivity in the zone of unstable moisture.....47

Zaiets S.O., Shablia O.S., Vasylenko R.M. Efficiency of application of carbamide-ammonia mixture in sugar sorghum agrocenoses.....52

Kalenska S.M., Ermakova L.M., Svistunov Yu.V., Antal T.V. The effect of presowing seeds and crop treatments with complex plant growth regulators on the corn hybrids yield.....59

Koliada V.P., Khalin S.F., Ledovska Z.O. Assessment of crop yield and optimization of their cultivation technology.....66

Leus V.V., Mulenok Ya.O., Shubenko L.A. Selection of table grape varieties for cultivation in Kharkiv region.....71

Likar Ya.O., Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A. Energy analysis of the technology of growing soft winter wheat varieties depending on different plant protection schemes and sowing dates in the Southern Steppe.....76

Matros O.V., Matros O.M. Cabbage Moth (Plutella xylostella): contemporary approaches to pest control in the context of tax incentives and economic efficiency.....83

Nebaba K.S., Zagnitko V.V. Agronomic aspects of forming yield structure elements in spring peas under the conditions of Right-Bank Forest Steppe in Ukraine.....90

Panfilova A.V., Korkhova M.M. The influence of weather conditions in the spring-summer period and varietal characteristics on the formation of grain quality of soft winter wheat.....95

Pantsyreva H.V. Development of bioorganic technology for growing agricultural crops using biofertilizers, foliar feeding, and physiologically active substances.....101

Pelekh L.V., Onufriichuk O.M. Features of sunflower plant density.....107

Polishchuk V.O., Zhuravel S.V., Klymenko T.V., Kravchuk M.M. Features of the formation of qualitative and quantitative indicators of potatoes depending on different fertilization systems.....113

Syevidov V.P. Productivity of tomato hybrids depending on seed inoculation influence.....118

Sydiakina O.V., Ivaniv M.O. Production of buckwheat: state, challenges, and prospects.....126

Storozhenko D.S. Screening of sunflower samples for resistance to downy mildew.....133

Storozhuk Yu.V. Photosynthetic apparatus activity and productivity of winter triticale under treatment with DR GRIN technology.....139

Teteriuk R.S., Kulyk M.I. Yield of miscanthus giganteus depending on the cultivation method and fertilisation of plantations in agrologistics of biomass production.....145

Tykhomyrova T.S., Kochetov M.S. Coffee roasting and consumption waste impact research on soil quality.....155

Tkachuk O.P., Huk I.M. Productivity and forage quality of seedless corn varieties.....162

Trembitska O.I., Stoliar S.H., Kropyvnutskyi R.B. Productivity of modern sunflower hybrids depending on the sowing time in the Forest-Steppe of Ukraine.....168

Fedosov Ya.S. The influence of varietal characteristics on the duration of interphase and vegetation periods of medicinal hyssop.....173

Filonenko S.V., Filonenko V.S. Weediness and entomo-phytopathological condition of sugar beet crops under different methods of main soil cultivation in crop rotation……179

Filonenko S.V., Smirnykh V.M., Tyshchenko M.V. Species composition and harmfulness of phytophages in crops and plantings of bioenergy crops……187

Chernykh S.A., Lemishko S.M., Pryshedko N.O., Kasyanov E.O. Peculiarities of the formation of quality indicators of sunflower seeds under the action of phytoregulators and microfertilizers in the hydrothermal conditions of the Northern Steppe of Ukraine……194

Chetverik O.O., Shakalii S.M., Marinich L.G. Influence of technology elements on the photosynthetic productivity of soybean crops……200

Shevchenko M.S., Derevenets-Shevchenko K.A., Mytsyk O.O., Shevchenko S.M., Kozechko V.I., Prishedko N.O. Tillage of black fallow as a factor in stabilizing grain yield of winter wheat under conditions of the Northern Steppe of Ukraine……207

Sheiko I.M. Quality indicators of differential sunflower hybrid seeds depending on micro-fertilizers in the conditions of the Western Forest-Steppe……213

Shepel A.V. Global and Ukrainian onion production: current state and development prospects……218

Shkatula Yu.M., Kravets A.O. Mineral nutrition of sunflower in an agroecological context……227

Yurchenko S.O., Bagan A.V., Shakaliy S.M., Godunok A.D. The influence of extra-root nutrition on the formation of the yield of edible tomato varieties (Solanum lycopersicum L.)……234

BREEDING, SEED PRODUCTION……243

Burdeniuk-Tarasevych L.A., Lozinskyi M.V., Dubova O.A., Hrabovskyi M.B. Wide adaptive capacity of soft winter wheat variety Lehenda bilotserkivska – targeted involvement of steppe and forest-steppe ecotypes in hybridization……243

Vozhehova R.A., Borovyk V.O., Shukailo S.P., Khomenko T.M., Serhieiev L.A., Kohut I.M. Features of microclonal propagation of saffron seeds *(Crocus sativus* L.*)*……255

Kovalov S.R. Formation of productivity traits of soft winter wheat in the northern subzone of the Steppe of Ukraine……262

Kyzhanjvskiy V.G. Breeding value of winter wheat varieties according to economic and biological characters in the Right Bank Forest Steppe……271

ECONOMICS……277

Agayeva X., Guliyev O. Organızatıonal structure of management ın small agrıcultural enterprıses……277

Gutorov O.I., Gutorova O.O. A comprehensive mechanism for innovative development of infrastructure in rural areas of the region……282

Mirzayev N., Nagiyev O. The impact of the introduction of innovations on risk management in agricultural enterprises……290

Mirzayev N., Salmanova V. Forms and development of business process management in high-tech enterprises……294

Mirzayev N., Shukurzade N. Types and importance of innovative entrepreneurship in the agricultural sector……298

Shabatura T.S., Yakovenko A.O., Stepanova M.M., Zhadanova Yu.O. Accounting aspects of the implementation and use of artificial intelligence for the needs of agro-industrial enterprises……304

PAGE OF A YOUNG SCIENTIST……277

Drobitko A.V., Smirnova I.V., Bacean I. Productivity of winter wheat depending on pre-sowing seed treatment under the conditions of Southern Ukraine……312

Koloianidi N.O., Zelinskyi Yu.A. Modern varieties of chickpea *Cicer arietinum* L. for Southern Ukraine……319

Semenko M.V. The influence of sowing dates and seed treatment on the development of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) seedlings……325

Zelinskyi Yu.A. Analysis of the Current State and Prospects for Oil Flax Cultivation: Ukraine in the Context of Global Changes……333

Tyshchenko A.V., Rodionov A.V. Application of post-emergence herbicides and their impact on sunflower plant productivity……342

AUTHOR INDEX……347

УДК 633.111.1: 631.559: 631.526.32: 631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.1

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

БАГАН А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8851-5081
Полтавський державний аграрний університет
ГУРБА В.С. – аспірант
orcid.org/0009-0004-2616-3948
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. На формування продуктивності пшениці озимої значний вплив мають як біотичні, так і абіотичні чинники. Останнім часом впровадження елементів сучасних технологій вирощування дають змогу збільшити рівень урожайності сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці м'якої озимої [1, с. 10; 2, с. 16-17; 3, с. 343-344].

Але не всі агротехнічні заходи мають позитивний вплив на адаптивні особливості рослин культури. Тому на сьогоднішній день актуальності набуває біологізація вирощування пшениці озимої, у тому числі використання біологічних препаратів [4, с. 41-42].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання біологічних препаратів та біодобрив є одним із екологічно безпечних методів захисту рослин, якими можна замінити застосування мінеральних добрив та агрохімікатів, що мають побічний вплив на рослини та оточуюче середовище. Застосування даної групи препаратів має не тільки екологічний, але й економічний ефект. Роль біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці озимої, зростає за складних грунтово-кліматичних та погодних умов [5, с. 33-34; 6, с. 64; 7, с. 80-81].

Використання біологічних препаратів за вирощування сільськогосподарських культур дає змогу збільшувати чисельність мікроорганізмів у грунті, поліпшити його поживний режим та ферментативну активність. Бактерії у складі біопрепаратів мають позитивний вплив на розвиток кореневої системи рослин та формування корисних симбіозів «рослини-бактерії», що, в свою чергу, сприяє збільшенню рівня урожайності культури [8, с. 3-41].

Також застосування даної групи препаратів не лише підвищує рівень продуктивності рослин, а й стійкість до хвороб та шкідників, захищає насіння від плісняви тощо [9, с. 126; 10, с. 114].

Отже, використання біопрепаратів через низькі норми витрат дозволяють підвищувати урожайність сільськогосподарських культур, у тому числі і пшениці озимої, що також позитивно позначається на економічних показниках ефективності вирощування культури [11; 12, с. 39-40; 13, с. 174-175; 14, с. 7-8].

Тому актуальним залишається питання дослідження впливу біопрепаратів на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці озимої.

Мета. Мета досліджень полягала у вивченні впливу препарату Планриз-біо на посівні якості насіння та показники урожайності сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в умовах Полтавської області протягом 2023-2024 рр. Об'єкт досліджень – чотири сорти пшениці м'якої озимої вітчизняної селекції: Відрада, Запашна, Полтавчанка і Смуглянка. Облікова площа ділянки складала 15 м^2. Повторність – чотириразова. Попередник – горох.

Схема досліду включала такі варіанти: без обробки (контроль); обробка насіння перед посівом біопрепаратом Планриз-біо (з розрахунку 2,0 л/т).

Варіанти досліду вивчали за наступними показниками: енергія проростання (%), схожість насіння (%), маса колоса (г), кількість зерен у колосі (шт.), маса зерна з колоса (г), маса 1000 зерен (г), урожайність (у перерахунку т/га).

Польові і лабораторні дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку даних урожайності визначали методом дисперсійного аналізу за допомогою програми Статистика 12,0 [15].

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень за середніми даними по всіх варіантах досліду можна виділити варіант обробки біопрепаратом Планриз-біо.

За даними лабораторного аналізу було визначено посівні якості насіння пшениці м'якої озимої за варіантами досліду. Так, показник енергії проростання у сортів пшениці м'якої озимої залежно від варіанту становив: контроль – 80-84 %, обробка біопрепаратом – 85-90 %, що сприяло збільшенню даного показника на 5-6 % (табл. 1).

Лабораторна схожість насіння за варіантами обробки відповідно складала: контроль – 95-98 %, обробка біопрепаратом – 98-100 %, із збільшенням даного показника на 2-3 %.

Серед сортів пшениці м'якої озимої можна виділити сорти Полтавчанка і Смуглянка.

За середніми даними досліджень показник маси колоса у сортів пшениці м'якої озимої за варіантами досліду варіював таким чином: контроль – 1,8-2,2 г, обробка біопрепаратом – 2,1-2,6 г.

Таблиця 1

Посівні якості насіння пшениці м'якої озимої (середнє за 2023-2024 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість, %
Відрада	без обробки (контроль)	80	95
	обробка біопрепаратом*	85	98
Запашна	без обробки (контроль)	81	96
	обробка біопрепаратом*	86	99
Полтавчанка	без обробки (контроль)	84	98
	обробка біопрепаратом*	90	100
Смуглянка	без обробки (контроль)	83	98
	обробка біопрепаратом*	89	100

*Примітка: * – Планриз-біо*

Таблиця 2

Елементи структури врожаю пшениці м'якої озимої (середнє за 2023-2024 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Маса колоса, г	Кількість зерен з колоса, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
Відрада	1*	1,8	38,7	1,1	38,4
	2*	2,1	42,2	1,4	41,2
Запашна	1*	1,9	37,4	1,2	39,3
	2*	2,2	40,5	1,5	42,2
Полтавчанка	1*	2,2	42,2	1,6	41,8
	2*	2,6	45,8	1,9	44,6
Смуглянка	1*	2,1	44,0	1,5	41,1
	2*	2,4	47,2	1,8	43,9

Примітка: 1 – без обробки (контроль); 2* – обробка насіння біопрепаратом Планриз-біо.*

Кількість зерен з колоса у досліджуваних сортів залежно від обробки відповідно становила: контроль – 37,4-44,0 шт., обробка біопрепаратом – 40,5-47,2 шт.

Показник маси зерна з колоса у сортів пшениці м'якої озимої за варіантами досліду варіював таким чином: контроль – 1,1-1,6 г, обробка біопрепаратом – 1,4-1,9 г (табл. 2).

Маса 1000 зерен у досліджуваних сортів залежно від обробки відповідно становила: контроль – 38,4-41,8 г, обробка біопрепаратом – 41,2-44,6 г.

Серед сортименту пшениці м'якої озимої можна виділити сорт Полтавчанка за проявом елементів структури врожаю, а також сорт Смуглянка – за озерненістю колоса пшениці.

Показник урожайності пшениці м'якої озимої відповідно дорівнював: 2023 рік – 5,02-6,30 т/га, 2024 рік – 4,62-5,93 т/га.

У 2023 році урожайність пшениці м'якої озимої за фактором сорту (А) істотно більшою була у сорту Полтавчанка, порівняно із сортами Відрада і Запашна, але суттєво не відрізнялася від сорту Смуглянка ($НІР_{05}$ = 0,41 т/га) (табл. 3).

За варіантом обробки (В) у всіх сортів пшениці м'якої озимої урожайність по варіанту без обробки істотно не відрізнялася від варіанту з обробкою біопрепаратом, крім сорту Полтавчанка ($НІР_{05}$ = 0,38 т/га).

У 2024 році також урожайність пшениці м'якої озимої за фактором сорту істотно більшою була у сорту Полтавчанка, порівняно із сортами Відрада і Запашна, але суттєво не відрізнялася від сорту Смуглянка ($НІР_{05}$ = 0,37 т/га).

За варіантом обробки у сортів пшениці м'якої озимої Відрада і Смуглянка урожайність контролю істотно не відрізнялася від варіанту з обробкою біопрепаратом, крім сортів Полтавчанка і Запашна ($НІР_{05}$ = 0,36 т/га).

За показником середньої урожайності виділено сорт пшениці м'якої озимої Полтавчанка за обробки біопрепаратом Планриз-біо (6,12 т/га).

За середніми даними досліджень було визначено вплив препарату Планриз-біо на рівень прояву елементів структури врожаю та показник урожайності пшениці м'якої озимої, порівняно з контролем (рис. 1).

Варіант обробки насіння пшениці м'якої озимої препаратом Планриз-біо перевищував варіант контролю за даними показниками на 7,0-12,0 %. Найефективнішим є використання даного біопрепарату на показники маси колоса та маси зерна з колоса, порівняно з контролем (понад 10 %).

Висновки. За даними результатів досліджень було встановлено, що за посівними якостями насіння, елементами структури врожаю та показником урожайності пшениці м'якої озимої виділено варіант обробки насіння біопрепаратом Планриз-біо, який підвищував ефективність його дії на 7,0-12,0 %, порівняно з контролем.

Серед сортового складу пшениці м'якої озимої за проявом досліджуваних показників відмічено сорт полтавської селекції Полтавчанка

Перспективою подальших досліджень є вивчення ефективності впливу мікродобрив на прояв елементів насіннєвої продуктивності досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої.

Таблиця 3

Урожайність пшениці м'якої озимої, т/га

Сорт (фактор А)	Варіант обробки (фактор В)	Роки		
		2023	2024	*середнє*
Відрада	без обробки (контроль)	5,02	4,62	*4,82*
	обробка біопрепаратом*	5,40	4,98	*5,19*
Запашна	без обробки (контроль)	5,38	4,91	*5,15*
	обробка біопрепаратом*	5,75	5,30	*5,53*
Полтавчанка	без обробки (контроль)	5,91	5,51	*5,71*
	обробка біопрепаратом*	6,30	5,93	*6,12*
Смуглянка	без обробки (контроль)	5,65	5,30	*5,48*
	обробка біопрепаратом*	6,02	5,64	*5,83*
Середнє = 5,48				
$НІР_{05}$ фактор (А)		0,41	0,37	
$НІР_{05}$ фактор (В)		0,38	0,36	
$НІР_{05}$ взаємодія факторів (АВ)		0,39	0,35	

*Примітка: * – Планриз-біо*

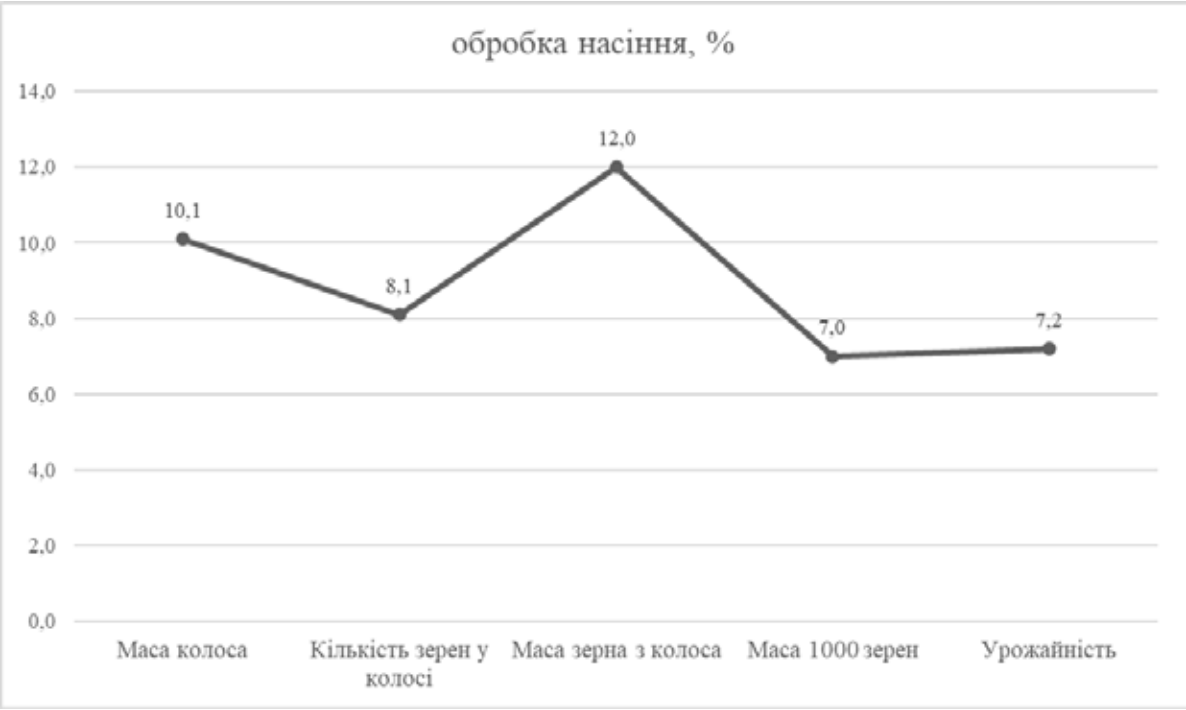


Рис. 1. Вплив біопрепарату Планриз-біо на елементи структури врожаю та показник урожайності пшениці м'якої озимої

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Іващенко О.О., Рудник-Іващенко О.І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 8. С. 10–12.
2. Черенков А.В., Нестерець В.Г., Гирка А.Д. Озима пшениця в Степу. Господарсько-цінні ознаки і насінництво. *Насінництво.* 2007. № 8. С. 16–19.
3. Шакалій С. М., Кулик Є. І. Вплив способів обробки біостимуляторами на посівні якості насіння соняшника. *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 137. С. 343–351. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40
4. 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 (788). С. 41–47. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06
5. Ключенко В.В. Вплив мікробних препаратів на продуктивність та якість зерна пшениці озимої в агрокліматичних умовах Степового Криму. *Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"].* Серія: Екологія. 2011. Т. 152. Вип. 140. С. 33–36.

6. Корнута Ю.П., Гриник І.В. Реакція рослин льону на застосування біопрепаратів за різних погодних умов року. *Агроекологічний журнал*. 2014. № 2. С. 64–69.
7. Грабовська Т.О., Мельник Г.Г. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої за органічного виробництва. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 80–85.
8. Найдьонова О.Є. Застосування гумінового препарату "Humin plus" в органічному землеробстві. *Вісник Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва*. 2015. № 2. С. 39–50.
9. Ключевич М.М., Столяр С.Г. Біологічний метод – ефективний напрям захисту проса від хвороб в органічному виробництві. *Екологія – основа збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф*., 10–11 груд. 2013 р. Полтава: ПДАА, 2013. С. 126–129.
10. Горщар О.А., Токарчук Г.А., Горщар В.І. Ефективність препаратів для обробки зернопродукції з метою захисту від пліснявіння та шкідників. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 114–117.
11. Біорегулятори рослин: рекомендації по застосуванню. Київ: Агробіотех, 2015. 35 с.
12. Вожегова Р.А, Кривенко А.І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. С. 39–46. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6
13. Шакалій С.М., Баган А.В., Єщенко В.М., Сенчук Т.Ю. Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці озимої в Лісостеповій зоні України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 112. С. 174–180. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.25
14. Баган А.В., Шакалій С.М., Шафорост Л.Ю., Омелич М.В. Ефективність застосування біопрепарату Альбіт для підвищення продуктивності сортів ячменю ярого. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 7–11. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.1
15. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.

REFERENCES:

1. Ivashchenko, O.O. & Rudnyk-Ivashchenko. O. I. (2011). Napriamy adaptatsii ahrarnoho vyrobnytstva do zmin klimatu [Directions of adaptation of agricultural production to climate change]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of agricultural science*, 8, 10–12 [in Ukrainian].
2. Cherenkov, A. V., Nesterets, V. H. & Hyrka, A. D. (2007). Ozyma pshenytsia v Stepu. Hospodarsko-tsinni oznaky i nasinnytstvo [Winter wheat in the Steppe. Economically valuable traits and seed production]. *Nasinnytstvo – Seed production,* 8, 16–19 [in Ukrainian].
3. Shakalii, S. M. & Kulyk, Ye. I. (2024). Vplyv sposobiv obrobky biostymuliatoramy na posivni yakosti nasinnia soniashnyka [The influence of biostimulant treatment methods on the sowing quality of sunflower seeds]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin,* 137, 343–351. DOI: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.137.40 [in Ukrainian].
4. 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 (788), 41–47. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06 [in Ukrainian].
5. Kliuchenko, V. V. (2011). Vplyv mikrobnykh preparativ na produktyvnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi v ahroklimatychnykh umovakh Stepovoho Krymu [The influence of microbial preparations on the productivity and quality of winter wheat grain in agroclimatic conditions of the Steppe Crimea]. *Naukovi pratsi [Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu "Kyievo-Mohylianska akademiia"]. Seriia: Ekolohiia – Scientific works [Petro Mohyla Black Sea State University of the "Kyiv-Mohyla Academy"] complex. Series: Ecology*, 152 (140), 33–36 [in Ukrainian].
6. Kornuta, Yu. P. & Hrynyk, I. V. (2014). Reaktsiia roslyn lonu na zastosuvannia biopreparativ za riznykh pohodnykh umov roku [The reaction of flax plants to the use of biological preparations under different weather conditions of the year]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological Journal*, 2, 64–69 [in Ukrainian].
7. Hrabovska, T. O. & Melnyk, H. H. (2017). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi za orhanichnoho vyrobnytstva [The influence of biological preparations on the productivity of winter wheat in organic production]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 1, 80–85 [in Ukrainian].
8. Naidonova, O. Ie. (2015). Zastosuvannia huminovoho preparatu "Humin plus" v orhanichnomu zemlerobstvi [Application of humic preparation "Humin plus" in organic farming]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V.V. Dokuchaieva – Bulletin of the Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev*, 2, 39–50 [in Ukrainian].
9. Kliuchevych, M. M. & Stoliar, S. H. (2013). Biolohichnyi metod – efektyvnyi napriam zakhystu prosa vid khvorob v orhanichnomu vyrobnytstvi [Biological method – an effective direction of millet protection from diseases in organic production]. *Ekolohiia – osnova zbalansovanoho pryrodokorystuvannia v ahropromyslovomu vyrobnytstvi: materialy mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf.,- Ecology – the basis of balanced environmental management in agro-industrial production: materials of the international scientific-practical online conference Poltava:* PDAA, 126–129 [in Ukrainian].
10. Horshchar, O. A., Tokarchuk, H. A. & Horshchar, V. I. (2013). Efektyvnist preparativ dlia obrobky zernoproduktsii z metoiu zakhystu vid plisniavinnia ta shkidnykiv [Effectiveness of preparations for processing grain products to protect against mold and pests]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine*, 5, 114–117 [in Ukrainian].
11. Biorehuliatory roslyn: rekomendatsii po zastosuvanniu [Plant bioregulators: recommendations for use] (2015). K.: 35 s. [in Ukrainian].
12. Vozhehova, R. A. & Kryvenko, A. I. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist pshenytsi ozymoi ta ekonomichno-enerhetychnu efektyvnist tekhnolohii yii

vyroshchuvannia v umovakh pivdnia Ukrainy [The influence of biological products on the productivity of winter wheat and the economic and energy efficiency of its cultivation technology in the conditions of southern Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of the Agricultural Science of the Black Sea Regio*n, 1, 39–46. DOI: 10.31521/2313-092X/2019-1(101)-6 [in Ukrainian].

13. Shakalii, S. M., Bahan, A. V., Yeshchenko, V. M. & Senchuk, T. Iu. (2020). Efektyvnist elementiv biolohizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v Lisostepovii zoni Ukrainy [he effectiveness of elements of biologization of winter wheat cultivation technology in the Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin*, 112, 174–180. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.25 [in Ukrainian].
14. Bahan, A. V., Shakalii, S. M., Shaforost, L. Iu. & Omelych, M. V. (2023). Efektyvnist zastosuvannia biopreparatu Albit dlia pidvyshchennia produktyvnosti sortiv yachmeniu yaroho [The effectiveness of using the biological product Albit to increase the productivity of spring barley varieties]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations,* 21, 7–11. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.1 [in Ukrainian].
15. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Basics of scientific research in agronomy]. K.: Diia288 s/ [in Ukrainian].

Баган А.В., Гурба В.С. Вплив біопрепаратів на урожайність сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.)

Мета. Мета досліджень полягала у вивченні ефективності впливу препарату Планриз-біо на посівні якості насіння, елементи структури врожаю та показник урожайності сортів пшениці м'якої озимої.

Методи. Використовували польові (дослідження рівня урожайності), лабораторні (визначення посівних якостей насіння та елементів структури врожаю) та статистичні (обробка експериментальних даних) методи. Об'єкт досліджень – чотири сорти пшениці м'якої озимої української селекції: Відрада, Запашна, Полтавчанка і Смуглянка. Схема досліду включала такі варіанти: без обробки (контроль);обробка насіння перед посівом препаратом Планриз-біо (з розрахунку 2,0 л/т). Досліджували наступні показники – енергія проростання (%), схожість насіння (%), маса колоса (г), кількість зерен у колосі (шт.), маса зерна з колоса (г), маса 1000 зерен (г), урожайність (у перерахунку т/га). Статистична обробка результатів досліджень включала проведення дисперсійного аналізу за допомогою програми «Statistica 12,0».

Результати. За результатами досліджень виділено варіант обробки насіння препаратом Планриз-біо. Даний варіант обробки перевищував контроль за проявом досліджуваних показників: за енергією проростання – на 5–6 %, за лабораторною схожістю насіння – на 2–3 %, за масою колоса – на 10,1 %, за кількістю зерен у колосі – на 8,1 %, за масою зерна з колоса – на 12,0 %, за масою 1000 зерен – на 7,0 %, за урожайністю – на 7,2 %.

Висновки. Встановлено ефективність впливу біопрепарату Планриз-біо за обробки насіння перед посівом на посівні якості насіння. прояв елементів структури врожаю та рівень урожайності пшениці м'якої озимої. За рівнем формування досліджуваних показників виділено сорт полтавської селекції Полтавчанка.

Ключові слова: посівні якості насіння, елементи структури врожаю, рівень урожайності, обробка насіння, контроль.

Bahan A.V., Hurba V.S. The effect of biological products on the yield of soft winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.)

Objective. The purpose of the research was to study the effectiveness of the effect of the drug Planryz-bio on the sowing quality of seeds, elements of the yield structure and the yield index of soft winter wheat varieties.

Methods. Field (study of the yield level), laboratory (determination of sowing quality of seeds and elements of the yield structure) and statistical (processing of experimental data) methods were used. The object of the research was four varieties of soft winter wheat of Ukrainian selection: Otrada, Zapashna, Poltavchanka and Smuglyanka. The experimental scheme included the following options: no treatment (control); seed treatment before sowing with the drug Planryz-bio (at the rate of 2.0 l/t). The following indicators were studied: germination energy (%), seed germination (%), ear mass (g), number of grains in the ear (pcs.), grain mass per ear (g), mass of 1000 grains (g), yield (in terms of t/ha). Statistical processing of the research results included conducting a variance analysis using the program "Statistica 12.0".

Results. According to the research results, a variant of seed treatment with the drug Planriz-bio was selected. This treatment variant exceeded the control in terms of the manifestation of the studied indicators: in terms of germination energy – by 5–6 %, in terms of laboratory seed germination – by 2–3 %, in terms of ear mass – by 10.1 %, in terms of number of grains in the ear – by 8.1 %, in terms of grain mass per ear – by 12.0 %, in terms of mass of 1000 grains – by 7.0 %, in terms of yield – by 7.2 %.

Conclusions. The effectiveness of the influence of the biological product Planryz-bio for seed treatment before sowing on the sowing quality of seeds has been established. manifestation of elements of the yield structure and the level of yield of soft winter wheat. According to the level of formation of the studied indicators, the Poltava selection variety Poltavchanka was selected.

Key words: sowing quality of seeds, elements of the yield structure, level of yield, seed treatment, control.

УДК 633.41:631.547.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.2

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН БУРЯКА КОРМОВОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ І ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

БЕЗВІКОННИЙ П.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4922-1763
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
М'ЯЛКОВСЬКИЙ Р.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-0791-4361
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Ефективний розвиток молочного скотарства залежить, передусім, від раціональної організації виробництва кормів, удосконалення їхньої структури та підвищення врожайності сільськогосподарських культур [1]. При цьому значна роль відводиться буряку кормовому, який вважається одним з головних соковитих кормів, збалансованих за протеїном та вуглеводами [2].

Кормові якості буряка характеризують його як цінну кормову культуру, що одночасно вирішує питання створення кормової бази для тваринництва і покращання структури ґрунту. Тому, однією з нагальних проблем, що потребує вирішення, є оновлення сортового складу кормового буряка та удосконалення елементів технології вирощування в умовах зміни клімату.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед агротехнічних заходів вирощування буряків кормових важливу роль відіграє строк сівби, який є ключовим фактором у забезпеченні сприятливих умов для розвитку рослин [3]. Адже залежно від них рослини потрапляють у різні умови, по-різному ростуть і розвиваються. Вони набувають неоднакову стійкість до низьких і високих температур, хвороб і шкідників, а також формують різні врожаї. Термін висіву залежить від біологічних особливостей сорту, кліматичних і погодних умов, запасів вологи, типу ґрунту тощо [4].

Сівбу насіння слід проводити за середньодобової температури ґрунту на глибині 8–10 см у межах 5–6°С. Цей період збігається з масовою сівбою ранніх зернових культур [5].

Л. М. Бурко вважає, що сівба насіння у непрогрітий ґрунт підвищує ризик ураження грибковими хворобами, пошкодження ґрунтовими шкідниками, розвитку плісняви, що зрештою призводить до загибелі рослин [6].

П. В. Безвіконний, Р. О. М'ялковський, В. А. Тарасюк зазначають, що запізнення зі строками сівби викликає підсихання верхнього шару ґрунту, що негативно впливає на отримання рівномірних і дружних сходів. Недостатня кількість вологи при пізньому посіві перешкоджає розвитку кореневої системи буряка, знижуючи його стійкість до засухи [7].

Дослідники стверджують, що пізні строки можуть мати серйозні наслідки, серед яких розрідження сходів та недостатній врожай коренеплодів. Це здебільшого стає наслідком скорочення вегетаційного періоду, що призводить до зменшення врожаю коренеплодів [8].

В. В. Лихочвор відмічає, що оптимальні строки сівби цукрових буряків у зоні західного Лісостепу припадають на період з 1 по 10 квітня. За даними Інституту цукрових буряків НААН, запізнення з сівбою на один день порівняно з оптимальним строком сівби, зменшує урожайність на 5–7 ц/га, а на 5–6 днів – на 21–71 ц/га [9].

Проведені дослідження Овчарук О.В. показали, що найвищу урожайність коренеплодів сортів Київський – 61,5–63,8 т/га, Адра – 62,4–64,4 т/га та Галицький – 58,7–60,1 т/га одержали від строку сівби за рівнем температурного режиму ґрунту 8…10°С [10].

Одним із ключових етапів у досягненні максимальної урожайності коренеплодів кормового буряка є вибір глибини загортання насіння, адже цей показник має вирішальне значення, оскільки впливає на рівномірність сходів, густоту посівів, терміни достигання, урожайність і якість коренеплодів.

За даними І. В. Мартинюка, глибина загортання насіння важлива для буряка кормового, особливо важливим є рівень вологості ґрунту, оскільки він впливає на проростання насіння, появу сходів та поглинання поживних речовин рослинами [11].

На думку Н. І. Мотрука насіння повинно бути висіяне на тверде вологе посівне ложе та на оптимальну глибину. Глибина загортання залежить від сорту, енергії проростання та життєздатності насіння, а також від вологості ґрунту, температури, гранулометричного складу, та інших факторів [12].

Слід відмітити, що наукової інформації щодо вивчення вищезазначених елементів технології вирощування буряка кормового недостатньо. Тому, в умовах зміни клімату має значення вивчення оптимальних строків сівби, глибини загортання насіння, сорту кормового буряку, а також умов зволоження та температурного режиму ґрунту у період вегетації.

Мета статті – дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на ріст, розвиток рослин буряка кормового 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 Тюріним) у шарі ґрунту 0–3 см становить 3,8–4,1%. Вміст сполук азоту, що легко

гідролізуються (за Корнфілдом), становить 98–117 мг/кг, рухомого фосфору (за Чіріковим) – 81–94 мг/кг, обмінного калію (за Чіріковим) – 145–175 мг/кг ґрунту. Сума увібраних основ коливається в межах 19,8–22,0 мг екв. на 100 г, має гідролітичну кислотність 0,791,02 мг екв. на100 г ґрунту., ступінь насичення основами – 90%.

Розмір посівної ділянки становить 65 м^2, облікової – 54 м^2, повторність досліду – чотирикратна. Розміщення варіантів – систематичне. Схема досліду включала наступні фактори: Фактор А – сорти: 1. Сонет (контроль); 2. Ольжич; 3. Стармон. Фактор В – строк сівби: 1. – І декада квітня (за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–6°С); 2 – через 10 днів після першого строку сівби; 3 – через 10 днів після другого строку сівби; 4 – через 10 днів після третього строку сівби; Фактор С – глибина загортання насіння: 1. 2–3 см; 2. 4–5 см; 3. 6–7 см.

Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнятна, крім досліджуваних факторів. Попередником була озима пшениця.

Фенологічні спостереження, біометричні і фізіолого–біохімічні дослідження проводили за відповідно до Методики дослідної справи в агрономії [13] та Методики проведення досліджень у буряківництві [14].

Результати досліджень. Дослідження показали, що польова схожість насіння значною мірою залежить від якості висіяного насіннєвого матеріалу досліджуваних сортів та строків сівби, які потребують оптимізації (табл. 1).

Перший і другий строки сівби позитивно впливали на польову схожість насіння кормових буряків, яка становила 85,3% та 84,6%, що в першу чергу пов'язано з відсотком вологості ґрунту у верхньому шарі (0–10 см) ґрунту. Із кожним наступним строком сівби вологість у верхньому шарі ґрунту поступово зменшувалася, що спричиняло зниження польової схожості насіння.

Найменша схожість насіння буряка кормового була за останнього строку сівби 76,4%. Це в першу чергу пояснюється підвищенням температури повітря та зменшенням вологості у верхньому шарі ґрунту зокрема.

Встановлено, що глибина загортання насіння також впливає на показники польової схожості насіння. Найкращі показники польової схожості спостерігалися при загортанні насіння на глибину 4–5 см для всіх досліджуваних сортів. Сприятливіші умови для дружніх сходів також склалися за глибини загортання насіння 2–3 см при сівбі в ранні строки, що пояснюється насамперед забезпеченням доступної для рослин вологи та температурою верхнього шару ґрунту.

Збільшення глибини загортання насіння кормового буряка доцільне лише за умов недостатньої вологості ґрунту під час сівби. Однак слід зазначити, що збільшення глибини загортання насіння до 6–7 см при пізньому строкові сівби сприяє зростанню польової схожості насіння в порівнянні з ранніми та оптимальними строками. Це в першу чергу пояснюється тим, що на глибині заробки насіння є достатня кількість продуктивної вологи, в порівнянні з верхнім шаром грунту.

У розрізі сортів найвища польова схожість була у сорту Стармон незалежно від строків сівби. Так, при сівбі у першій декаді квітня польова схожість насіння складала 96,5% за глибини загортання 4–5 см, при сівбі в другій декаді квітня – 95,2%, третій декаді – 92,6%, та 88,7% при сівбі в першій декаді травня. Дещо менше значення аналізованого показника спостерігали у сорту Ольжич при сівбі на глибину 4–5 см – 90,7%, 88,3%, 86,4% та 83,1%, відповідно.

Експериментальні дослідження показали (табл. 2), що в середньому за п'ять років спостерігався значний вплив строків сівби на тривалість міжфазних періодів росту та розвитку рослин. Зокрема, тривалість періоду «сівба–сходи» залежить від температурного режиму та

Таблиця 1

Вплив строків сівби і глибини загортання насіння на польову схожість насіння сортів буряка кормового (середнє за 2020–2024 рр.)

Строк сівби (фактор В)	Сорт (фактор А)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)			Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
		2–3	4–5	6–7		
І*	Сонет (к)*	84,7	83,5	73,7	80,6	85,3
	Ольжич	91,2	90,7	79,7	87,2	
	Стармон	86,9	96,5	80,7	88,0	
ІІ (к)	Сонет (к)*	79,3	77,2	76,5	77,7	84,6
	Ольжич	86,7	88,3	78,1	84,4	
	Стармон	93,4	95,2	86,7	91,8	
ІІІ	Сонет (к)*	80,0	78,7	66,9	75,2	83,6
	Ольжич	86,7	86,4	80,6	84,6	
	Стармон	93,3	92,6	86,9	90,9	
ІV	Сонет (к)*	66,8	75,4	73,4	71,9	76,4
	Ольжич	66,9	83,1	73,4	74,5	
	Стармон	73,5	88,7	86,4	82,9	
Середнє за фактором С		82,5	86,4	78,6		

Примітка: І – квітень І декада (за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–6°С); ІІ – через 10 днів після першого строку сівби; ІІІ – через 10 днів після другого строку сівби; ІV – через 10 днів після третього строку сівби; (к)* – контроль*

Таблиця 2

Тривалість між фазних періодів росту рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)	Тривалість періодів, діб						Збирання
			сівба – сходи	сходи – утворення I пари листків	сходи – утворення II пари листків	сходи – утворення III пари листків	сходи – змикання листків у рядках	сходи – змикання листків у міжряддях	
Сонет (к)*	6–8 IV	2–3	22	14	22	27	43	62	158
		4–5	24	13	20	27	42	60	156
		6–7	27	11	21	29	45	64	153
	14–17 IV (к)*	2–3	20	12	20	26	42	59	153
		4–5	21	12	18	25	40	58	152
		6–7	24	13	20	28	43	60	149
	24–26 IV	2–3	19	11	16	20	36	53	143
		4–5	19	10	17	21	36	53	143
		6–7	22	10	18	23	38	56	140
	1–4 V	2–3	20	10	16	22	37	54	137
		4–5	16	9	15	19	34	51	141
		6–7	18	9	16	20	33	52	139
Ольжич	6–8 IV	2–3	22	14	18	27	42	60	158
		4–5	23	12	18	25	40	59	157
		6–7	25	13	21	29	44	63	155
	14–17 IV (к)*	2–3	20	12	18	25	37	58	153
		4–5	19	11	17	23	38	57	154
		6–7	22	12	20	27	40	59	151
	24–26 IV	2–3	19	10	17	22	34	52	143
		4–5	17	9	15	20	34	53	145
		6–7	20	11	18	22	36	55	142
	1–4 V	2–3	19	10	16	20	35	53	138
		4–5	15	8	14	18	33	50	142
		6–7	17	8	14	18	35	51	140
Стармон	6–8 IV	2–3	22	12	19	27	41	60	158
		4–5	23	11	18	25	40	58	157
		6–7	25	9	21	25	43	62	155
	14–17 IV (к)*	2–3	20	10	18	24	40	57	153
		4–5	22	10	16	23	38	56	151
		6–7	24	11	18	26	41	58	149
	24–26 IV	2–3	18	8	16	20	34	51	144
		4–5	18	8	15	19	34	51	144
		6–7	22	9	17	21	36	53	140
	1–4 V	2–3	18	7	14	17	31	50	139
		4–5	14	7	13	17	32	49	143
		6–7	16	8	15	20	35	52	141

рівня ґрунтової вологи на глибині загортання насіння, і зменшується з кожним наступним строком сівби. За першого строку сівби (перша декада квітня, за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–6°С) тривалість періоду «сівба–сходи» складав у сорту Сонет – 22–27 діб, за другого – 20–24 доби, третього – 19–22 та четвертого строку – 16–20 діб. Аналіз спостережень за рослинами сорту Ольжич свідчить, що період «сівба–сходи» за раннього строку сівби становив – 22–25 діб, другого – 19–22 доби, третього – 17–20 діб та четвертого строку сівби – 15–19 діб. У сорту Стармон за першого строку сівби – 22–25 діб, другого – 20–24 доби, третього – 18–22 діб та четвертого строку – 14–18 діб, відповідно.

Саме за сівби в другий та третій строк для рослин склалися оптимальні умови для проростання, в ґрунті була достатня кількість вологи, а температура верхнього шару становила 7–10°С.

Варто відзначити, що ранні строки сівби насіння, на відміну від пізніх, призводять до збільшення тривалості періодів вегетації. Зокрема, це явно спостерігається у період «сходи – утворення II пари

листків» і «сходи – змикання листків у міжряддях». Так, за сівби у четвертий строк (перша декада травня) період «сходи – утворення ІІ пари листків» у сорту Сонет становив 15–16 діб, сорту Ольжич – 14–16 діб та сорту Стармон – 13–15 діб. При цьому тривалість періоду «сходи – утворення ІІ пари листків» в порівнянні з першим строком сівби був меншим у сорту Сонет на 5–7 діб, сорту Ольжич на 4–5 діб, сорту Стармон на 5–6 діб. Загалом період «сходи – змикання листків у міжряддях» за сівби у четвертий строк був менший на 8–10 днів в усіх досліджуваних сортів в порівнянні з першим строком.

Встановлено, що зі збільшенням глибини загортання насіння буряка кормового подовжується період від сівби до появи сходів. При загортанні на глибину 2–3 см цей період тривав 22 доби, тоді як при сівбі на глибину 6–7 см – збільшувався до 27 діб. Однак, за сівби у першій декаді травня на глибину 6–7 см спостерігали скорочення тривалості періоду «сівба–сходи» до 16–19 діб в порівнянні з глибиною 2–3 см. Це пояснюється пересиханням верхнього шару ґрунту та зниженням рівня вологи на глибині загортання насіння. Аналогічна залежність простежувалася й у подальші фази розвитку, зокрема від сходів до змикання листків у міжряддях.

Загалом найбільша тривалість усіх міжфазних періодів спостерігалася за раннього строку сівби, а найменша – при сівбі в третій і четвертий строки.

За підсумками п'ятирічних досліджень встановлено, що тривалість вегетаційного періоду за першого строку сівби в усіх досліджуваних сортів становила 153–158 діб, а найменша при пізньому строкові сівби (перша декада травня) – 137–143 доби.

Узагальнюючи дані фенологічних спостережень, варто зауважити, що тривалість періодів росту і розвитку рослин буряків кормових визначається сортом, строками сівби, глибиною загортання насіння та сприятливістю умов для сівби навесні та подальшого їх активного розвитку.

Висновки. Найвища польова схожість насіння кормових буряків була в усіх досліджуваних сортів за першого і другого строку сівби – 85,3% та 84,6%. У розрізі сортів найвища польова схожість була у сорту Стармон незалежно від строків сівби. Так, при сівбі у першій декаді квітня польова схожість насіння складала 96,5% за глибини загортання 4–5 см, при сівбі в другій декаді квітня – 95,2%, третій декаді – 92,6%, та 88,7% при сівбі в першій декаді травня.

Оптимальним строком сівби кормового буряка слід вважати другий та третій строк, саме в цей період, для рослин склалися оптимальні умови для проростання, в ґрунті була достатня кількість вологи, а температура верхнього шару становила 7–10°С. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду за першого строку сівби в усіх досліджуваних сортів становила 153–158 діб, а найменша при пізньому строкові сівби (перша декада травня) – 137–143 доби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Місюк М. В. Ринок продукції скотарства : монографія. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2012. 330 с.
2. Роїк М. В. Буряки. Київ : XXI вік. РІА "Труд-Київ", 2001. 320 с.
3. Безвіконний П. В. Вплив строків сівби на нагромадження маси коренеплодів буряка столового. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 1(1). С. 151–156.
4. Умрихін Н., Іщенко В., Козелець Г. Строки висівання озимої пшениці залежно від попередників. *Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу*. URL: https://propozitsiya.com/ua/stroky-vysivannya-ozymoyi-pshenyci-zalezhno-vid-poperednykiv (дата звернення: 21.02.2025).
5. Особливості технології вирощування буряків кормових як сировини для виробництва біогазу. URL: http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=6371 (дата звернення: 22.02.2025).
6. Бурко Л. М. Ріст, розвиток і врожай буряків кормових залежно від елементів технології вирощування. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*. 2012. Вип. 14. С. 257–260.
7. Безвіконний П. В., М'ялковський Р. О., Тарасюк В. А. Вплив строків сівби насіння буряка столового на зберігання коренеплодів. *Збірник наукових праць БНАУ*. 2020. Вип. 1 (157). Серія «Агробіологія». С. 7–12.
8. Меланія Несмачна. Аграріям розповіли, як вибрати оптимальні строки сівби цукрових буряків. https://superagronom.com/news/18622-agrariyam-rozpovili-yak-vibrati-optimalni-stroki-sivbi-tsukrovih-buryakiv (дата звернення: 21.02.2025).
9. Лихочвор В. В., Костючко С. С. Вплив строків сівби на урожайність цукрових буряків. *Агробізнес сьогодні.* URL: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/558-vplyv-strokiv-sivby-na-urozhainist-tsukrovykh-buriakiv.html (дата звернення: 22.02.2025).
10. Овчарук О. В. Продуктивність сортів і гібридів буряка кормового залежно від строків сівби та густоти рослин в умовах Лісостепу західного : автореф. дис. … канд. с.–г. наук : 06.01.09 ; Вінницький національний аграрний ун–т. Вінниця, 2015. 20 с.
11. Мартинюк І. В. Буряки кормові: наукові та прикладні аспекти технології вирощування : монографія. Київ : Урожай, 2006. 217 с.
12. Мотрук І. Н. Буряки кормові: біологія, технологія. Київ : Урожай, 2001. 232 с.
13. 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.
14. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.

REFERENCES:

1. Misiuk, M. V. (2012). Rynok produktsii skotarstva : monohrafiia. [Market of livestock products: monograph]. Kyiv : NNTs «IAE», 330 [in Ukrainian].
2. Roik, M. V. (2001). Buriaky [Beets]. Kyiv : KhKhI vik. RIA «Trud-Kyiv», 320 [in Ukrainian].
3. Bezvikonnyi, P. V., (2015). Vplyv strokiv sivby na nahromadzhennia masy koreneplodiv buriaka stolovoho [The influence of sowing dates on the accumulation of the mass of table beet roots]. Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University, 1(1), 151–156 [in Ukrainian].
4. Umrykhin, N., Ishchenko, V., Kozelets, H. Stroky vysivannia ozymoi pshenytsi zalezhno vid poperednykiv

[Sowing dates for winter wheat depending on predecessors] Retrieved from: https://propozitsiya.com/ua/stroky-vysivannya-ozymoyi-pshenyci-zalezhno-vid-poperednykiv [in Ukrainian].
5. Osoblyvosti tekhnolohii vyroshchuvannia buriakiv kormovykh yak syrovyny dlia vyrobnytstva biohazu [Features of the technology of growing fodder beets as raw material for biogas production] Retrieved from: http://naas.gov.ua/news/?ELEMENT_ID=6371 [in Ukrainian].
6. Burko, L. M., (2012). Rist, rozvytok i vrozhai buriakiv kormovykh zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Growth, development and yield of fodder beets depending on the elements of cultivation technology]. Zbirnyk naukovykh prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN – Collection of scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS, 14, 257–260. [in Ukrainian].
7. Bezvikonnyi, P. V., Mialkovskyi, R. O., Tarasiuk, V. A. (2020). Vplyv strokiv sivby nasinnia buriaka stolovoho na zberihannia koreneplodiv [The influence of sowing dates of table beet seeds on the storage of root crops]. Zbirnyk naukovykh prats BNAU – Collection of scientific papers of the BNAU, Agrobiology, 1(157), 7–12. [in Ukrainian].
8. Melaniia Nesmachna. Ahrariiam rozpovily, yak vybraty optymalni stroky sivby tsukrovykh buriakiv [Farmers were told how to choose the optimal sowing dates for sugar beets] Retrieved from: https://superagronom.com/news/18622-agrariyam-rozpovili-yak-vibrati-optimalni-stroki-sivbi-tsukrovih-buryakiv [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V. V., Kostiuchko, S. S. Vplyv strokiv sivby na urozhainist tsukrovykh buriakiv [The influence of sowing dates on the yield of sugar beets] Retrieved from: https://agro-business.com.ua/agro/ahronomia-sohodni/item/558-vplyv-strokiv-sivby-na-urozhainist-tsukrovykh-buriakiv.html [in Ukrainian].
10. Ovcharuk, O. V. (2015). Productivity of fodder beet varieties and hybrids depending on sowing dates and plant density in the conditions of the Western Forest-Steppe : PhD thesis abstract. Kyiv, 20 [in Ukrainian].
11. Martyniuk, I. V. (2006). Buriaky kormovi: naukovi ta prykladni aspekty tekhnolohii vyroshchuvannia : monohrafiia [Fodder beets: scientific and applied aspects of growing technology: monograph]. Kyiv : Urozhai, 217 [in Ukrainian].
12. Motruk, I. N. (2001). Buriaky kormovi: biolohiia, tekhnolohiia [Fodder beets: biology, technology]. Kyiv : Urozhai, 232 [in Ukrainian].
13. 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].
14. 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].

Безвіконний П.В., М'ялковський Р.О. Особливості росту і розвитку рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння в умовах Західного Лісостепу

Мета – дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на ріст, розвиток рослин буряка кормового 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 тривалість періоду «сівба–сходи» залежить від температурного режиму та рівня ґрунтової вологи на глибині загортання насіння, і зменшується з кожним наступним строком сівби. За першого строку сівби (перша декада квітня, за досягнення фізичної стиглості ґрунту і його температурного режиму прогрівання 5–6°С) тривалість періоду «сівба–сходи» складав у сорту Сонет – 22–27 діб, за другого – 20–24 доби, третього – 19–22 та четвертого строку – 16–20 діб. Аналогічна тенденція спостерігалась і в інших сортів поставлених на вивчення. Варто відзначити, що ранні строки сівби насіння, на відміну від пізніх, призводять до збільшення тривалості періодів вегетації. Так, за сівби у четвертий строк (перша декада травня) тривалість періоду «сходи – утворення ІІ пари листків» в порівнянні з першим строком сівби був меншим у сорту Сонет на 5–7 діб, сорту Ольжич на 4–5 діб, сорту Стармон на 5–6 діб. Загалом період «сходи – змикання листків у міжряддях» за сівби у четвертий строк був менший на 8–10 днів в усіх досліджуваних сортів в порівнянні з першим строком. Встановлено, що зі збільшенням глибини загортання насіння буряка кормового подовжується період від сівби до появи сходів. Аналогічна залежність простежувалася й у подальші фази розвитку, зокрема від сходів до змикання листків у міжряддях. **Висновки.** Найвища польова схожість насіння кормових буряків була в усіх досліджуваних сортів за першого і другого строку сівби – 85,3% та 84,6%. У розрізі сортів найвища польова схожість була у сорту Стармон незалежно від строків сівби. Так, при сівбі у першій декаді квітня польова схожість насіння складала 96,5% за глибини загортання 4–5 см, при сівбі в другій декаді квітня – 95,2%, третій декаді – 92,6%, та 88,7% при сівбі в першій декаді травня.

Оптимальним строком сівби кормового буряка слід вважати другий та третій строк, саме в цей період, для рослин склалися оптимальні умови для проростання, в ґрунті була достатня кількість вологи, а температура верхнього шару становила 7–10°С. Встановлено, що тривалість вегетаційного періоду за першого строку сівби в усіх досліджуваних сортів становила 153–158 діб, а найменша при пізньому строкові сівби (перша декада травня) – 137–143 доби.

Ключові слова: буряк кормовий, сорт, польова схожість, строк сівби, глибина загортання насіння.

Bezvikonny P.V., Myalkovsky R.O. Peculiarities of growth and development of fodder beet plants depending on sowing dates and seed embedding depth in the conditions of the Western Forest-Steppe

Goal – to investigate the influence of sowing dates and seed embedding depth on the growth and development of fodder beet plants 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 duration of the "sowing-emergence" period depends on the temperature regime and the level of soil moisture at the depth of seed embedding, and decreases with each subsequent sowing period. During the first sowing period (the first decade of April, upon reaching physical ripeness of the soil and its temperature regime of warming up to 5–6°C), the duration of the "sowing-emergence" period was 22–27 days for the Sonet variety, 20–24 days for the second, 19–22 days for the third, and 16–20 days for the fourth. A similar trend was observed in other varieties submitted for study. It is worth noting that early sowing dates, unlike late ones, lead to an increase in the duration of the growing season. Thus, when sowing in the fourth term (the first decade of May), the duration of the period "seedlings – formation of the second pair of leaves" compared to the first term of sowing was shorter in the Sonet variety by 5–7 days, the Olzhych variety by 4–5 days, and the Starmon variety by 5–6 days. In general, the period "seedlings – closing of leaves in the inter-rows" when sowing in the fourth term was shorter by 8–10 days in all studied varieties compared to the first term. It was established that with an increase in the depth of wrapping of fodder beet seeds, the period from sowing to the appearance of seedlings is extended. A similar dependence was observed in subsequent phases of development, in particular from seedlings to closing of leaves in the inter-rows. **Conclusions.**The highest field germination of fodder beet seeds was in all studied varieties in the first and second sowing dates – 85.3% and 84.6%. In terms of varieties, the highest field germination was in the Starmon variety, regardless of the sowing dates. Thus, when sowing in the first decade of April, the field germination of seeds was 96.5% with a planting depth of 4–5 cm, when sowing in the second decade of April – 95.2%, in the third decade – 92.6%, and 88.7% when sowing in the first decade of May.

The optimal time for sowing fodder beet should be considered the second and third terms, it was during this period that optimal conditions for germination were created for plants, there was a sufficient amount of moisture in the soil, and the temperature of the upper layer was 7–10°C. It was established that the duration of the growing season for the first term of sowing for all studied varieties was 153–158 days, and the shortest for late term sowing (first decade of May) was 137–143 days.

Key words: fodder beet, variety, field germination, sowing date, seed embedding depth.

УДК 004.383.8:63(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.3

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

ВАСИЛЕНКО О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-2584-810X
Уманський національний університет садівництва
НІКІТІНА О.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-2605-810X
Уманський національний університет садівництва
ГУРСЬКИЙ І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3822-3889
Уманський національний університет садівництва
ФЕЩЕНКО В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0009-0001-2199-8565
ПП «Поділля-Агрохімсервіс»

Постановка проблеми. Інтенсифікація сільського господарства призвела до серйозних змін у природних процесах екосистем, таких як поглинання вуглецю, кругообіг поживних речовин, очищення води та повітря [1], а також, змінила структуру та особливості функціонування ґрунту Це зрештою спричинило втрату біорізноманіття та екосистемних послуг і зміни клімату [2]. Говорячи про вплив сільського господарства на природне середовище, слід зазначити, що це двосторонній вплив. З одного боку, сільське господарство сильно залежить від умов навколишнього середовища. Фермери стикаються з величезними змінами (ґрунту, клімату та інших факторів навколишнього середовища). З іншого боку, сільське господарство обмежує вплив умов навколишнього середовища на його виробництво для більшої продуктивності [3, 4].

Для боротьби з деградацією ландшафту Європейська комісія у 2020 році запровадила стратегію ЄС «Farm to Fork» («Від ферми до виделки») – комплексний та амбітний план, спрямований на трансформацію європейської продовольчої системи до більш стійкої, здорової та екологічно безпечної. Для цього 25% ріллі в Європейському Союзі планується обробляти органічно до 2030 р. Крім того, для обробки решти 75% ріллі вимагається також скоротити використання хімічних пестицидів і синтетичних добрив [5].

Органічне землеробство – це форма сільськогосподарського виробництва, яка покращує стійкість методів ведення сільського господарства. Воно швидко розвивається, і сьогодні принаймні 141 країна виробляє органічну їжу на комерційній основі. Близько 65% країн, що розвиваються, займаються органічним землеробством [6].

Хоча переваги органічного землеробства очевидні, є деякі важливі проблеми переходу фермерів на органічне виробництво. Наприклад, урожайність в середньому на 20% нижчі порівняно зі звичайними виробниками, витрати на робочу силу вище через посилене боротьбу з бур'янами та обмежений контроль над шкідниками та хворобами заходи [7].

Проблеми органічного землеробства очевидні, проте технології на основі штучного інтелекту можуть значно зменшити труднощі для органічного землеробства [8]. Це підтверджується тим фактом, що технології штучного інтелекту здатні зменшити залежність від ручної праці в кількох галузях, включаючи сільське господарство. Крім того, здатність штучного інтелекту виконувати прогнозний аналіз може мати значення позитивний вплив на виявлення шкідників і хвороб [9, 10].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтеграція штучного інтелекту в сільське господарство відкриває величезні можливості для кращого використання ресурсів, зменшення відходів і екологічної стійкості. Тому сучасні науковці все більше уваги приділяють темі штучного інтелекту та використання даних технологій в аграрному виробництві. Зокрема, Шевченко А.А. та інші описали успішні кейси аграрних підприємств в сфері використання штучного інтелекту [11]; Кучмійова Т.С., Гаркуша А. та інші досліджують інноваційні можливості технологій штучного інтелекту в українському агросекторі [12, 13]. Зарубіжні автори також описують найактуальніші напрямки застосування технологій штучного інтелекту в агросекторі, а саме: інтелектуальний моніторинг агроландшафтів [14]; сільськогосподарську робототехніку [15]; розумну аналітику даних для вивчення ринку [16]; моніторинг і аналіз ґрунту та сільськогосподарських культур [17]; вивчення та аналіз результатів дистанційного моніторингу [18].

Мета. Мета досліджень полягає в оцінці можливостей та ефективності використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві. Окрім цього, метою є виявлення перспектив розвитку таких технологій для забезпечення сталого і ефективного ведення сільського господарства.

Результати досліджень. Штучний інтелект – це одна з найновіших програмних і апаратних технологій у світі, яка симулює та виконує інтелектуально й автоматично багато процесів, які мають виконувати люди за допомогою обчислень. Основою технології є математичні розрахунки та використання нових алгоритмів, здатних повністю імітувати людину. Ця технологія використовується в промисловості і має багато застосувань, серед яких можна назвати сільськогосподарську галузь. Штучний інтелект у сільськогосподарській галузі здатен

покращити якість, збільшити кількість продукції, зменшити витрати тощо [19].

В органічному землеробстві актуальність застосування технологій штучного інтелекту зростає у зв'язку з необхідністю підвищення ефективності та сталості сільськогосподарських процесів без використання синтетичних хімікатів. Дані технології потенційно здатні сприяти тому, щоб методи ведення сільського господарства були більш екологічно чистими, генеруючи нові знання, зменшення робочого навантаження та аналіз складних систем. Тому сьогодні високорозвинені країни активно впроваджують технології штучного інтелекту в органічний аграрний сектор (табл. 1).

В останні роки залучення приватних і державних інвестицій у штучний інтелект для органічного землеробства є важливим фактором для прискорення адаптації новітніх технологій у сільському господарстві. Загальна картина інвестицій на рис. 1 демонструє, наскільки різні країни вкладають ресурси в штучний інтелект для органічного землеробства (згідно звітів AgFunder та Big AgTech, а також, McKinsey & Company).

Як правило, дані інвестиції стосуються розвитку агро-IT сектору з особливою увагою на стійкість до змін клімату, стартапів пов'язаних із точним землеробством, роботизацією обробки ґрунту, моніторингом навколишнього середовища та сільськогосподарських культур, новими цифровими платформами та інструментами для аграріїв. Такий великий обсяг щорічних інвестицій свідчить про вже існуючу ефективність застосування штучного інтелекту в даній сфері.

Впродовж останніх п'яти років в Україні спостерігається зростання популярності органічного землеробства та використання технологій штучного інтелекту для оптимізації таких агрономічних процесів, зокрема:

1. Автоматизовані системи моніторингу та аналізу стану ґрунту. У Харківській та Черкаській областях фермери застосовують програми штучного інтелекту для аналізу складу ґрунту за допомогою датчиків і дронів.

2. Інтелектуальні системи моніторингу. В Одеській області використовуються дрони та програмне забезпечення на основі штучного інтелекту для автоматичного виявлення хвороб та шкідників на рослинах.

3. Інтелектуальні програми для програмування врожайності. У Тернопільській області було впроваджено програму на основі штучного інтелекту, яка прогнозує

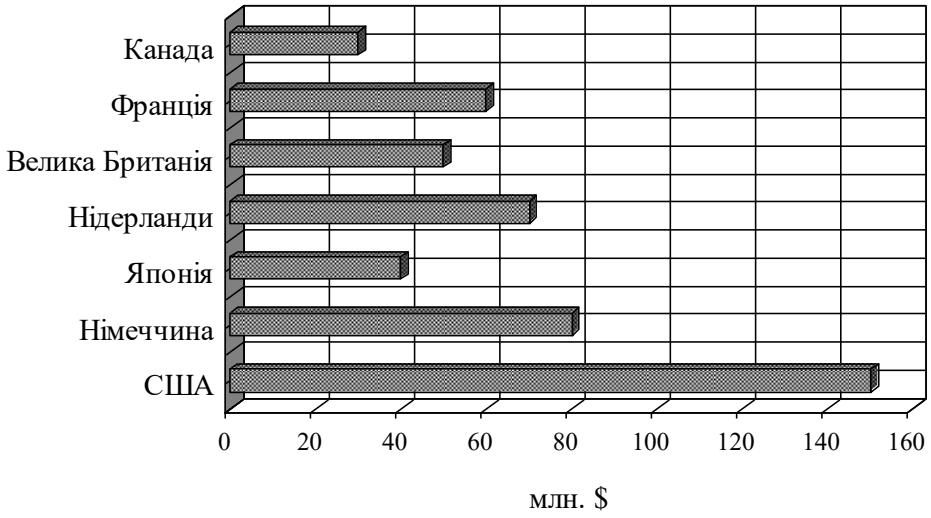


Рис. 1. Інвестиції різних країн для розвитку технологій штучного інтелекту в сфері органічного землеробства (млн. $/рік в середньому)

Таблиця 1

Використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві в різних країнах

№ п/п	Країна	Залучення штучного інтелекту в органічне землеробство	Приклад технології/ ініціативи	Потенційні переваги
1	США	сільськогосподарська робототехніку	використання дронів для моніторингу стану с/г культур	оптимізація використання води, підвищення врожайності
2	Великобританія	комп'ютерне розпізнавання бур'янів та шкідників	штучний інтелект для моніторингу хвороб та бур'янів	зменшення використання агрохімікатів
3	Німеччина	автоматизація процесів обробки ґрунту та сівби через алгоритми глибинного навчання	роботи для обробки землі та сівби	зниження потреби у хімікатах, зменшення витрат часу
4	Франція	прогнозування врожайності через аналітику даних	програмне забезпечення для прогнозування врожаю	покращене планування врожаю

Таблиця 2

Загальні тенденції використання штучного інтелекту в органічному землеробстві на основі аналізу програм та платформ для аграріїв

Сфера застосування програм/платформ на основі штучного інтелекту	Застосування програм/ платформ на основі штучного інтелекту	Приклади технологічних рішень	Оцінка впливу
Прогнозування погодних умов	прогнозування змін клімату, адаптація до погодних умов	Climacell	зменшення втрат врожаю через непередбачувані погодні умови на 10–15 %
Управління ґрунтом	аналіз структури ґрунту, прогнозування врожайності	CropX, Climate FieldView	підвищення врожайності до 10–20 % при оптимізації добрив
Управління водними ресурсами	оптимізація поливу, зменшення витрат води	CropX, AgLeader	зниження витрат води на 15–30%
Контроль за рослинами	моніторинг стану рослин, виявлення шкідників та хвороб	SkyScout, AgriTech	підвищення врожайності на 15–25% завдяки своєчасному виявленню проблем
Точне землеробство	управління обробкою ґрунту, оптимізація внесення добрив,	Ag Leader, FarmBot	зменшення витрат до 20% завдяки оптимізації використання ресурсів

врожайність різних культур залежно від погодних умов, структури ґрунту та інших факторів.

4. Системи для моніторингу кліматичних умов. У Закарпатті використовуються системи на основі штучного інтелекту для моніторингу мікроклімату та передбачення змін погодних умов.

Крім того, штучний інтелект є основою окремих програм та платформ для підтримки органічного землеробства (табл. 2).

Отже, аналіз оцінки впливу позитивних наслідків використання вказаних програм та платформ, що в основному, зводяться до зменшення витрат, дозволяє зробити висновок про те, що використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві може значно підвищити рентабельність виробництва. Звичайно, ці цифри є орієнтовними, оскільки вони залежатимуть від конкретних умов, таких як культура, регіон, рівень впровадження технологій і доступність даних для аналізу.

Висновки. Загалом, трансформаційний потенціал штучного інтелекту в органічному сільському господарстві надзвичайно великий за рахунок його здатності покращувати виробництво сільськогосподарських культур, оптимізувати використання ресурсів і вирішувати критичні проблеми, такі як екологічна стійкість та адаптація до змін клімату. Завдяки аналізу застосувань штучного інтелекту, від робототехніки та машинного навчання до точного землеробства, доведено, що вони можуть зменшувати витрати ресурсів.

Але є сенс наголосити на викликах, які необхідно подолати для повного розгортання штучного інтелекту в органічному сільському господарстві, включаючи технологічні, соціальні та регуляторні бар'єри. Крім того, актуальною є важливість постійних інновацій, навчання та адаптації до нових технологій, адже штучний інтелект може революціонізувати органічну сільськогосподарську галузь, сприяючи утворенню більш стійких та ефективних агроекосистем. Щоб повністю реалізувати цей потенціал, зацікавлені сторони (політики, управлінці, аграрії) повинні скористатися нагодою, щоб виступати за справедливе та стійке сільськогосподарське середовище, гарантуючи, що сільське господарство зможе відповідати викликам майбутнього (особливо в умовах поствоєнної кризи), одночасно сприяючи глобальній продовольчій безпеці та здоров'ю навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Peer G., Bonn A., Bruelheide H., Dieker P., Eisenhauer N., Feindt P. H., Hagedorn G., Hansjürgens B., Herzon I., Lomba A., Marquard E., Moreira F., Nitsch H., Oppermann R., Perino A., Röder N., Schleyer C., Schindler S., Wolf C., Lakner S. Action needed for the EU common agricultural policy to address sustainability challenges. *People and nature*, 2020. 2 (2). P. 305–316. https://doi.org/10.1002/pan3.10080
2. 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
3. Klimczuk-Kochańska M., Klimczuk A., Organic Agriculture / S.N. Romaniuk, M. Thapa, P. Marton (eds.) *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies, Palgrave Macmillan*, Cham 2020. P. 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74336-3_480-1.
4. 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.
5. EU Farm to Fork strategy, 2020. URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/472acca8-7f7b-4171-98b0-ed76720d68d3_en?filename=f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf (дата звернення 11.02.2025).
6. Roychowdhury Rajib, Banerjee Upasana, Sofkova Svetla, Tah Jagatpati. Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change. *OnLine Journal of Biological*

Sciences, 2013. 13. P. 50–65. https://doi.org/10.3844/ojbssp.2013.50.65
7. 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
8. Лебідь О.В., Кіпоренко С.С., Вовк В.Ю. Використання технологій штучного інтелекту в сільському господарстві: європейський досвід та застосування в Україні. *Електронне моделювання*, 2023. Т. 45. № 3. С. 57–71. https://doi.org/10.15407/emodel.45.03.057
9. Subeesh A., Mehta C. Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2021. 5. P. 278–291. https://doi.org/10.1016 /j.aiia.2021.11.004
10. Javaid M., Haleem Abid, Khan Ibrahim Haleem, Suman Rajiv. Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*, 2023. 2 (1). P. 15–30. https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001
11. Шевченко А. А., Петренко О. П., Косик Д. В. Штучний інтелект в рослинництві: успішні кейси аграрних підприємств. *Modern Economics*, 2024. № 47. С. 130–137. https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19
12. Кучмійова Т.С., Мороз Т.О., Шешунова А.В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*, 2023. № 39. С. 69–74.
13. Гаркуша А. Агровиробництво в Україні: стан адаптації до цифрофих технологій дуже позитивний. Головний висновок презентації дослідження «Цифрове Агро в Україні». *Всеукраїнський аграрний журнал АгроЕлітa*, 2024. № 8 (139). С. 12–13.
14. Espinel Ramón, Herrera F. Gricelda, Rivadeneira Garcia Jose Luis, Escandón-Panchana Paulo. Artificial Intelligence in Agricultural Mapping: A Review. *Agriculture*, 2024. 14. P. 10–71. https://doi.org/10.3390/agriculture14071071
15. Priya P., Reethika A., Vijaykumar G., Koresh H. Robotics-assisted precision and sustainable irrigation, harvesting, and fertilizing processes. *Hyperautomation in Precision Agriculture*, 2025. P.217–226. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-24139-0.00018-7
16. Davenport T., Guha A., Grewal D., Bressgott T. How artificial intelligence will change the future of marketing. *J. Acad. Mark. Sci*., 2020. 48. P. 24–42.
17. Gandhi M. P. B., Parejiya A. The Power of Ai In Addressing The Challenges Faced By Indian Farmers In The Agriculture Sector: An Analysis. *Journal of Propulsion Technology*, 2023. 44(4). P. 4753–4777.
18. Tsvetanov Filip. Integrating AI Technologies into Remote Monitoring Patient Systems. *Eng. Proc.*, 2024. 70 (1). P. 54. https://doi.org/10.3390/engproc2024070054
19. G. Ali M. M., Mijwil Bosco Apparatus, Buruga M. Abotaleb, I. Adamopoulos Trans. A Survey on Artificial Intelligence in Cybersecurity for Smart Agriculture: State-of-the-Art, Cyber Threats, Artificial Intelligence Applications, and Ethical Concerns. *Mesopotamian Journal of Compu ter Science*, 2024. P. 53–103. https://doi.org/10.58496/MJCSC/2024/007.

REFERENCES:

1. Peer, G., Bonn, A., Bruelheide, H., Dieker, P., Eisenhauer, N., Feindt, P. H., Hagedorn, G., Hansjürgens, B., Herzon, I., Lomba, A., Marquard, E., Moreira, F., Nitsch, H., Oppermann, R., Perino, A., Röder, N., Schleyer, C., Schindler, S., Wolf, C., Lakner, S. (2020). Action needed for the EU common agricultural policy to address sustainability challenges. *People and nature*, 2(2), 305–316. https://doi.org/10.1002/pan3.10080
2. 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
3. Klimczuk-Kochańska, M., Klimczuk, A. (2020). Organic Agriculture, [in:] S.N. Romaniuk, M. Thapa, P. Marton (eds.), *The Palgrave Encyclopedia of Global Security Studies, Palgrave Macmillan*, Cham 2020. 1–7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74336-3_480-1
4. 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.
5. EU Farm to Fork strategy. (2020). URL: https://food.ec.europa.eu/document/download/472acca8-7f7b-4171-98b0-ed76720d68d3_en?filename=f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf (access date 11.02.2025).
6. Roychowdhury, Rajib, Banerjee, Upasana, Sofkova, Svetla, Tah, Jagatpati. (2013). Organic farming for crop improvement and sustainable agriculture in the era of climate change. *OnLine Journal of Biological Sciences*. 13. 50–65. https://doi.org/10.3844/ojbssp.2013.50.65.
7. 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
8. Lebid, O.V., Kiporenko, S.S., Vovk, V.Iu. (2023). Vykorystannia tekhnolohii shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi: yevropeiskyi dosvid ta zastosuvannia v Ukraini. [Use of artificial intelligence technologies in agriculture: European experience and application in Ukraine]. *Elektronne modeliuvannia*. [*Electron. modeling*]. 2023. 45. № 3. 57–71. https://doi.org/10.15407/emodel.45.03.057 [in Ukrainian].
9. Subeesh, A., Mehta, C. (2021). Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things. *Artificial Intelligence in Agriculture* 5. 278–291. https://doi.org/10.1016 /j.aiia.2021.11.004
10. Javaid, M., Haleem, Abid, Khan, Ibrahim Haleem, Suman, Rajiv. (2023). Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector. *Advanced Agrochem*. 2 (1). 15–30. https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001
11. Shevchenko, A. A., Petrenko, O. P., Kosyk, D. V. (2024). Shtuchnyi intelekt v roslynnytstvi: uspishni keisy ahrarnykh pidpryiemstv. [Artificial intelligence in crop production: successful cases of agricultural enterprises]. *Modern Economics*. № 47. 130–137. https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-19 [in Ukrainian].
12. Kuchmiiova, T.S., Moroz, T.O., Sheshunova, A.V. (2023). Vykorystannia shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi. [Use of artificial intelligence in agriculture]. *Modern Economics*. № 39. 69–74. [in Ukrainian].
13. Harkusha, A. Ahrovyrobnytstvo v Ukraini: stan adaptatsii do tsyfrofykh tekhnolohii duzhe pozytyvnyi. Holovnyi vysnovok prezentatsii doslidzhennia «Tsyfrove Ahro v

Ukraini». (2024). [Agricultural production in Ukraine: the state of adaptation to digital technologies is very positive. The main conclusion of the presentation of the study "Digital Agro in Ukraine"]. *Vseukrainskyi ahrarnyi zhurnal AhroElita*. [*All-Ukrainian agricultural magazine AgroElita*]. № 8 (139). 12–13. [in Ukrainian].
14. Espinel, Ramón, Herrera F, Gricelda, Rivadeneira Garcia, Jose Luis, Escandón-Panchana, Paulo. (2024). Artificial Intelligence in Agricultural Mapping: A Review. *Agriculture*. 14. 10–71. https://doi.org/10.3390/agriculture14071071.
15. Priya, P., Reethika, A., Vijaykumar, G., Koresh, H. (2025). Robotics-assisted precision and sustainable irrigation, harvesting, and fertilizing processes. 10.1016/B978-0-443-24139-0.00018-7. In book: *Hyperautomation in Precision Agriculture*. 217–226.
16. Davenport, T., Guha, A., Grewal, D., Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *J. Acad. Mark. Sci*. 48. 24–42.
17. Gandhi, M. P. B., Parejiya, A. (2023). The Power of Ai In Addressing The Challenges Faced By Indian Farmers In The Agriculture Sector: An Analysis. *Journal of Propulsion Technology*. 44(4). 4753–4777. [in English].
18. Tsvetanov, Filip. (2024). Integrating AI Technologies into Remote Monitoring Patient Systems. *Eng. Proc.* 70 (1). 54. https://doi.org/10.3390/engproc2024070054
19. G. Ali, M. M. Mijwil, Bosco Apparatus Buruga, M. Abotaleb, and I. Adamopoulos, Trans. (2024). A Survey on Artificial Intelligence in Cybersecurity for Smart Agriculture: State-of-the-Art, Cyber Threats, Artificial Intelligence Applications, and Ethical Concerns. *Mesopotamian Journal of Computer Science*. 53–103. https://doi.org/10.58496/MJCSC/2024/007.

Василенко О.В., Нікітіна О.В., Гурський І.М., Фещенко В.В. Використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві

Мета. Мета досліджень полягає в оцінці можливостей та ефективності використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві. Окрім цього, метою є виявлення перспектив розвитку таких технологій для забезпечення сталого і ефективного ведення сільського господарства.

Результати. Сьогодні високорозвинені країни активно впроваджують технології штучного інтелекту в органічний аграрний сектор. В останні роки залучення приватних і державних інвестицій у штучний інтелект для органічного землеробства є важливим фактором для прискорення адаптації новітніх технологій у сільському господарстві. Як правило, дані інвестиції стосуються розвитку агро-IT сектору з особливою увагою на стійкість до змін клімату, стартапів пов'язаних із точним землеробством, роботизацією обробки ґрунту, моніторингом навколишнього середовища та сільськогосподарських культур, новими цифровими платформами та інструментами для аграріїв. Такий великий обсяг щорічних інвестицій свідчить про вже існуючу ефективність застосування штучного інтелекту в даній сфері. Найбільший він в США – 150 млн. $/рік в середньому. Впродовж останніх п'яти років в Україні спостерігається зростання популярності органічного землеробства та використання технологій штучного інтелекту для оптимізації таких агрономічних процесів. Крім того, штучний інтелект є основою окремих програм та платформ для підтримки органічного землеробства (Climacell, CropX, Climate, FieldView, AgLeader, SkyScout, AgriTech, FarmBot). Аналіз оцінки впливу позитивних наслідків використання вказаних програм та платформ (що в основному, зводяться до зменшення витрат) дозволяє зробити висновок про те, що використання технологій штучного інтелекту в органічному землеробстві може значно підвищити рентабельність виробництва.

Висновки. Загалом, трансформаційний потенціал штучного інтелекту в органічному сільському господарстві надзвичайно великий за рахунок його здатності покращувати виробництво сільськогосподарських культур, оптимізувати використання ресурсів і вирішувати критичні проблеми, такі як екологічна стійкість та адаптація до змін клімату.

Ключові слова: технології штучного інтелекту, органічне землеробство, інтелектуальні системи моніторингу, інтелектуальні програми та платформи для аграріїв.

Vasylenko O.V., Nikitina O.V., Hurskyi I.M., Feshchenko V.V. The use of artificial intelligence technologies in organic farming

Purpose. The purpose of the research is to assess the possibilities and effectiveness of using artificial intelligence technologies in organic farming. In addition, the goal is to identify prospects for the development of such technologies to ensure sustainable and efficient agriculture.

Results. Today, highly developed countries are actively introducing artificial intelligence technologies into the organic agricultural sector. In recent years, the attraction of private and public investment in artificial intelligence for organic farming is an important factor in accelerating the adaptation of the latest technologies in agriculture. Typically, these investments relate to the development of the agro-IT sector, with a particular focus on climate change resilience, startups associated with precision farming, soil cultivation automation, environmental and crop monitoring, new digital platforms, and tools for farmers. Such a large volume of annual investments indicates the already existing effectiveness of applying artificial intelligence in this field. The largest investment is in the USA – an average of $150 million per year. Over the past five years, Ukraine has seen a growing popularity of organic farming and the use of artificial intelligence technologies to optimize such agronomic processes. Moreover, artificial intelligence forms the basis of several programs and platforms supporting organic farming (Climacell, CropX, Climate, FieldView, AgLeader, SkyScout, AgriTech, FarmBot). Analyzing the impact of the positive outcomes of using these programs and platforms (which primarily focus on reducing costs) allows us to conclude that the use of artificial intelligence technologies in organic farming can significantly increase production profitability.

Findings. Overall, the transformative potential of artificial intelligence in organic agriculture is immense due to its ability to enhance crop production, optimize resource use, and address critical issues such as ecological sustainability and adaptation to climate change.

Key words: artificial intelligence technologies, organic farming, intelligent monitoring systems, intelligent programs and platforms for farmers.

УДК [577.121:581.48]:[633.34:581.43]
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.4

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ФОРМУВАННЯ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

ГАВІЙ В.М. – кандидат біологічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-2604-0456
Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
КОЗЮЧКО-ГОЛОВАЧ А.Г. – доктор філософії за спеціальністю 091 – Біологія
orcid.org/0000-0001-5703-0292
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Постановка проблеми. Отримання високих врожаїв зернобобових культур є одним із найважливіших завдань рослинництва у забезпеченні продовольчої безпеки країни, регіону і світу в цілому. Для України характерні унікальні можливості для розвитку сільськогосподарського виробництва за рахунок вирощування зернобобових культур, серед яких чинне місце посідає соя. Посівні площі сої в Україні почали стрімко зростати починаючи із середини минулого десятиріччя. На сьогодні соя належить до найрентабельних сільськогосподарських культур [1, 2]. Для забезпечення зростаючого попиту на соєву продукцію, постає питання про необхідність підвищення рівня її врожайності на основі застосування ефективних регуляторів росту, без використання яких неможливе у сучасних умовах виробництво продукції рослинництва. Використання регуляторів росту забезпечує стійкість рослин проти хвороб та шкідників, збільшує показники урожайності, зменшує вміст пестицидів. нітратів та важких металів у тканинах рослин, значно понижує втрати врожаю при збиранні та зберіганні продукції [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соя залишається провідною культурою серед зернобобових у світі завдяки високому вмісту рослинного білка та олії. Її перевага перед іншими зернобобовими полягає у вмісті білка (38–42 %) з високою біологічною цінністю, що ставить її на перше місце серед білків інших сільськогосподарських культур. Крім того, у її насінні міститься 18–23 % жиру, 25–30 % вуглеводів, а також ферменти, вітаміни та мінерали. Завдяки цьому сою широко використовують у харчовій промисловості, медицині та виробництві промислових товарів [4, 5]. Попит на сою та її продукти невпинно зростає. Щоб задовольнити потреби людства, необхідно розширювати селекційні дослідження для створення нових високоврожайних сортів. Окрім того, варто вдосконалювати технології вирощування сої, застосовуючи сучасні безпечні регулятори росту [6].

Попередні експериментальні дослідження показали ефективний вплив синтетичних сполук, зокрема антранілової, параамінобензойної кислот та їх похідних на показники росту кореневої системи та продуктивність сої сорту Горизонт [7, 8] та вивчено дію біопрепаратів Агат-25К і Фітоспорин-М на окремі фізіологічні показники зазначеного вище сорту [9]. Наразі віддається перевага препаратам, що приймають безпосередню участь у метаболізмі живих організмів. Адже, якість продукції сої залежить від сукупного поєднання погодно-кліматичних умов, ґрунтових факторів та технології вирощування. Тому, перспективними регуляторами росту у цьому напрямі можуть бути метаболічно активні речовини.

Мета роботи – дослідження впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайність сої.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводили на території навчально-дослідної агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Перед посівом здійснювали підготовку ґрунту: культивацію, розмітку ділянок, поділ на варіанти та повторності, а також обробку насіння досліджуваними речовинами.

Досліди закладали за схемою:

1. Контроль (насіння сої, оброблене дистильованою водою).

2. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + убіхінон-10 (0,001 %).

3. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001 %) + метіонін (0,001 %) + $MgSO_4$ (0,001 %).

4. Насіння сої, оброблене розчином комбінації речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001 %) + метіонін (0,001 %).

Ефективність дії цих комбінацій порівнювали з дією стимулятора росту Вимпел.

Посів здійснювали широкорядним способом (ширина міжрядь – 45 см). Грунт дослідного поля представлений чорноземом опідзоленим, малогумусним; що за профілем характеризується відносною однорідністю гранулометричного і валового хімічного складу зі достатнім вмістом елементів живлення в гумусовому горизонті. Потреби у внесенні мінеральних добрив не було.

Загальна площа посівної ділянки – 108 м^2. Повторність досліду – трьохразова. Дослідження проводилися протягом 2019–2021 років.

Для дослідження використовували насіння сої сорту Аннушка. Для цього сорту характерна ультрастиглість, стійкість проти вилягання, висока польова стійкість до хвороб [10].

Вивчення фізіологічних показників формування кореневої системи здійснювалося на таких фазах онтогенезу сої: 1–3 трійчастих листків, цвітіння, дозрівання плодів.

Дослідження проводили згідно методики польових дослідів [11]. Статистичну обробку отриманого

матеріалу проводили за допомогою методів математичної статистики з використанням пакету «Аналіз даних» програмного забезпечення MS Office Excel – 2010. Для оцінки статистичної достовірності відмінностей використовували критерій Стьюдента.

Результати досліджень. Коренева система сої відіграє ключову роль у поглинанні поживних речовин, дозволяючи рослинам засвоювати елементи живлення навіть у важкодоступних формах [12].

Однією з ключових властивостей кореневої системи є її адсорбційна поверхня, що забезпечує засвоєння поживних речовин із ґрунту. Ця здатність значно посилюється завдяки утворенню кореневих волосків [12].

У ході досліджень було вивчено вплив комбінацій метаболічно активних речовин на розвиток кореневої системи сої, зокрема на показники ризогенезу та лінійний ріст бічних коренів.

Встановлено, що застосування комбінацій метаболічно активних речовин сприяє збільшенню кількості та довжини бічних коренів сої протягом усього періоду вегетації.

З'ясовано, що найменша кількість бічних коренів у рослинах сої сформувалася в контрольному варіанті. Застосування комбінації вітамін Е+убіхінон-10 сприяло максимальному утворенню бічних коренів упродовж усього періоду досліджень. У фазі 1–3 трійчастих листків використання цієї комбінації забезпечило утворення в середньому 14,2 бічних коренів, що на 99,16 % перевищувало показники контролю відповідно (табл. 1).

На фазі цвітіння передпосівна обробка насіння вітаміном Е разом із убіхіноном-10 також сприяла покращенню формування кореневої системи. Трирічні дослідження засвідчили, що на головному корені рослин цього варіанту сформувалося в середньому 18,95 бічних коренів, що перевищувало значення контрольного варіанту на 70,11 %, а показники регулятора росту Вимпел – на 11,76 % (табл. 1).

Обробка насіння комбінацією вітамін Е+убіхінон-10 ефективно впливала на формування бічних коренів на всіх фазах онтогенезу сої. Так, у фазі дозрівання плодів кількість бічних коренів у рослин, вирощених із насіння, обробленого зазначеною комбінацією, становила 25,29 шт., що на 39,80 % перевищувало контрольний варіант.

Стимулюючий ефект щодо утворення бічних коренів на головному корені також спостерігався при використанні комбінацій вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ та вітамін Е + метіонін + ПОБК. Ці композиції позитивно впливали на формування бічних коренів у фазах 1–3 трійчастих листків та цвітіння (табл. 1).

Результати трирічних досліджень показали, що застосування зазначених комбінацій у фазі 1–3 трійчастих листків сприяло збільшенню кількості бічних коренів на 71,69 % і 62,69 % відповідно порівняно з контрольним варіантом. У фазі цвітіння застосування комбінацій вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ та вітамін Е + метіонін + ПОБК забезпечило перевищення контрольних показників на 54,58 % та 43,45 % відповідно. Важливо зазначити, що ефективність комбінації вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ простежувалася протягом усього періоду онтогенезу сої, а її показники були наближені до результатів застосування регулятора росту Вимпел (табл. 1).

Однією з найунікальніших властивостей сої є її здатність до симбіозу з азотфіксуючими бульбочковими

Таблиця 1

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи сої сорту Аннушка (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Кількість бічних коренів		Лінійний ріст бічних коренів	
	шт.	% до контролю	см	% до контролю
Фаза 1-3 трійчастих листків				
Контроль	7,13±0,72	100,00	2,70±0,35	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	14,20±0,72*	199,16	4,60±0,5*	170,37
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	12,20±0,62*	171,11	3,60±0,45*	133,33
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	11,60±0,51*	162,69	3,20±0,4	118,52
Вимпел	14,10±0,64*	197,75	4,06±0,48*	150,37
Фаза цвітіння				
Контроль	11,14±0,52	100,00	9,69±0,52	100
Вітамін Е + убіхінон-10	18,95±0,51*	170,11	14,16±0,51*	146,13
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	17,22±0,70*	154,58	13,96±0,72*	144,06
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	15,98±0,71*	143,45	5,74±0,71	59,24
Вимпел	17,64±0,71*	158,35	13,73±0,71*	141,69
Фаза дозрівання плодів				
Контроль	18,09±0,65	100,00	12,62±1,26	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	25,29±0,76*	139,80	17,66±1,37*	139,93
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	20,44±0,65*	124,05	16,64±1,15*	131,64
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	19,7±0,50*	108,89	13,31±1,07	105,46
Вимпел	23,6±0,53*	130,46	16,51±1,03*	130,82

** Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p <0,05)*

бактеріями, що дозволяє їй засвоювати азот із повітря, вводячи в біологічний кругообіг значні його обсяги [13]. За сприятливих умов соя може фіксувати до 180 кг/га і більше атмосферного азоту, який, на відміну від азоту мінеральних добрив, не забруднює довкілля та краще засвоюється іншими культурами. Завдяки цій здатності соя є цінним попередником для наступних культур у сівозміні [14]. Дослідження, проведені науковцями Інституту фізіології рослин і генетики НАН України, підтвердили, що ефективність симбіотичних процесів зростає зі збільшенням кількості бічних коренів [12].

Дослідження кореневої системи сої сорту Аннушка показало, що передпосівна обробка насіння метаболічно активними сполуками впливала на лінійний ріст бічних коренів (табл. 1). У фазі 1–3 трійчастих листків середня довжина бічних коренів становила 2,70 см. Передпосівна обробка насіння сої комбінацією вітамін Е + убіхінон-10 сприяла збільшенню цього показника до 4,60 см, що перевищувало контрольні значення на 70,37 %, а показники Вимпелу – на 20 % відповідно. Використання комбінації вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ дозволило збільшити довжину бічних коренів на 33,33 % у порівнянні з показниками контролю (табл. 1).

У фазі цвітіння відзначено подальше зростання довжини бічних коренів під впливом передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами. Найвищу ефективність у порівнянні з іншими варіантами досліду показали комбінації вітамін Е + убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$, які сприяли збільшенню лінійного росту коренів на 4,27 та 4,47 см, що перевищувало контрольні показники на 46,13 % і 44,06 % відповідно (табл. 1).

З´ясовано, що у фазі дозрівання плодів сої найдовші бічні корені мали рослини, насіння яких перед посівом було оброблене комбінаціями вітамін Е + убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$. Варто зазначити, що ці комбінації мали вищу ефективність у порівнянні з регулятором росту Вимпел.

Такий вплив досліджуваних речовин обумовлений тим, що вітамін Е і убіхінон-10 беруть участь у біоенергетичних процесах, а ПОБК – це природна фенольна сполука, яка має антиоксидантні та прооксидантні властивості, індукує альтернативну оксидазу та регулює активність антиоксидантних ферментів. Крім того, ПОБК виконує функцію сигнальних молекул, що активують захисні реакції рослин, підвищуючи їхню стійкість до несприятливих факторів середовища. Магній сульфат, у свою чергу, відіграє важливу роль у метаболічних процесах клітин: магній входить до складу ферментів, що беруть участь у синтезі білків, а сульфур є складовою амінокислот (метіоніну, цистину, цистеїну), вітамінів (тіаміну, біотину) та ферментів (дегідрогеназ тощо). Таким чином, ці комбінації метаболічно активних речовин за певних умов може виконувати функцію стимулятора росту або активатора захисних механізмів рослин.

Рослини сої здатні вступати в симбіоз із бульбочковими бактеріями, які фіксують молекулярний азот з повітря, трансформуючи його в амонійну форму, що є доступною для рослин в обмін на продукти фотосинтезу. Формування симбіотичного апарату залежить від умов вирощування та агротехнічних прийомів, тому було досліджено вплив передпосівної обробки насіння на формування симбіотичного апарату рослин сої сорту Аннушка.

Передпосівна обробка насіння вітаміном Е у поєднанні з убіхіноном-10 забезпечила найвищу ефективність серед усіх досліджених комбінацій протягом усього періоду досліджень. У фазі 1–3 трійчастих листків кількість бульбочок на бічних коренях сої перевищувала контрольний показник на 98,86 %. У фазах цвітіння та дозрівання плодів ця комбінація також мала позитивний вплив, сприяючи збільшенню кількості бульбочок на 52,07 % та 55,12 % відповідно до контрольних значень (табл. 2).

Високу ефективність щодо стимуляції формування бульбочок на бічних коренях сої показала також, комбінація вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$. Передпосівна обробка насіння цією комбінацією у фазі 1–3 трійчастих листків сприяла утворенню в середньому 4,6 бульбочок на бічних коренях, що перевищувало контрольні значення на 74,90 % відповідно. У фазах цвітіння та дозрівання ця комбінація сприяла збільшенню кількості бульбочок на бічних коренях сої на 23,64 % та 35,43 % порівняно з показниками контролю відповідно.

Одним із важливих факторів формування високої врожайності сої є система мінерального живлення, оскільки ця культура дуже чутлива до дії добрив та регуляторів росту. Високий урожай можливий лише за умови оптимального забезпечення рослин поживними речовинами [1,3].

Максимальна врожайність сої була отримана за передпосівної обробки насіння комбінацією вітамін Е + убіхінон-10 і становила 3,2 т/га, що перевищувало контрольні показники на 36,75 % і показники варіанту з Вимпелом на 2,57 %. Використання комбінації вітамін Е + ПОБК + метіонін + $MgSO_4$ підвищило врожайність на 14,10 % порівняно з показниками контролю (табл. 3).

Отримані результати свідчать, що передпосівна обробка насіння комбінаціями вітаміну Е + убіхінон-10 та вітаміну Е + ПОБК + метіонін + $MgSO_4$ забезпечила високу врожайність сої. Зважаючи на їхню ефективність, ці комбінації метаболічно активних речовин можна рекомендувати для використання в агровиробництві для передпосівної обробки насіння зернобобових культур.

Висновки. Передпосівна обробка насіння комбінаціями вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ сприяла активному розвитку кореневої системи та формуванню більшої кількості бульбочок на бічних коренях на всіх досліджуваних фазах онтогенезу сої. Розвиток потужної кореневої системи сприяв підвищенню врожайності сої. Найвищу врожайність отримано після передпосівної обробки насіння сої комбінацією вітамін Е + убіхінон-10. Комбінації метаболічно активних сполук, як вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ можуть бути перспективними регуляторами росту та можуть бути рекомендовані як ефективні біостимулятори для підвищення продуктивності сої та інших зернобобових культур.

Таблиця 2

Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на кількість азотофіксуючих бульбочок на бічних коренях сої сорту Аннушка (середнє за 2019–2021 рр.)

Варіант	Кількість азотофіксуючих бульбочок на бічних коренях	
	шт.	% до контролю
Фаза 1-3 трійчастих листків		
Контроль	2,63±0,3	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	5,2±0,48*	198,86
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	4,60±0,43*	174,90
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	4,10±0,39*	155,89
Вимпел	6,03±0,57*	229,27
Фаза цвітіння		
Контроль	10,83±1,15	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	16,47±1,25*	152,07
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	13,39±1,17*	123,64
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	11,46±1,07	105,82
Вимпел	14,0±1,31*	129,27
Фаза дозрівання плодів		
Контроль	12,70±1,06	100,00
Вітамін Е + убіхінон-10	19,70±1,3*	155,12
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	17,20±1,1*	135,43
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	13,90±1,12*	109,45
Вимпел	23,39±1,0*	184,17

** Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p <0,05)*

Таблиця 3

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на урожайність сої сорту Аннушка, т/га

Варіант досліду	Рік проведення дослідів			Середнє
	2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Контроль	1,88±0,34	2,76±0,23	2,38±0,21	2,34±0,27
Вітамін Е + убіхінон-10	2,37±0,32*	3,55±0,32*	3,68±0,29*	3,2±0,34*
Вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$	2,07±0,27*	3,04±0,21*	2,91±0,31*	2,67±0,24*
Вітамін Е + метіонін + ПОБК	1,46±0,34	2,38±0,37	2,20±0,20	2,02±0,27
Вимпел	2,27±0,55*	3,77±0,5*	3,48±0,42*	3,17±0,38*

** Примітка. Різниця достовірна порівняно з контролем (p <0,05)*

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. No. 1, т. 12. С. 7–17.
2. Бабич А. О., Колісник С. І., Темченко І. В. Результати і перспективи селекції зернобобових культур в Інституті кормів УААН. *Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник.* 2001. № 47. С. 22–24.
3. Бабич А. О. Моделі технології вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво.* 2006. Вип. 56. С. 22–29.
4. Антонов С. І. Соя – універсальна культура. *Землеробство*. 2000. № 1. С. 12.
5. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ. Аграрна наука. 2011. 548 с.
6. Редько А., Трикіна Н.М. Продуктивність сої залежно від добрив та біопрепаратів в умовах північного степу України. *Проблеми впровадження новітніх систем землеробства в агропромислове виробництво України: матеріали круглого столу*. (м. Кіровоград, 23 листоп. 2011 р.). Кіровоград, 2011. С. 59–63.
7. Гавій В.М., Суховєєв В.В. Вплив передпосівної обробки насіння на формування кореневої системи сої. *Координаційні сполуки: синтез і властивості*: тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції (Ніжин, 6–7 жовтня 2016 р.) / за заг. ред. В. В. Суховєєва. Ніжин: НДУ ім. Миколи Гоголя, 2016. С. 19–22.
8. Гавій В.М., Хиноцька О.А., Суховєєв В.В. Дослідження впливу синтетичних сполук на деякі фізіологічні процеси сої у фазі цвітіння. *Актуальні питання біологічної науки:* збірник статей II міжнар. заочн. наук.-практ. конф. (м. Ніжин, 8 квіт, 2016 р.). Ніжин, 2016. С. 31–35.
9. Гавій В. М., Приплавко С. О., Коваленко С. О. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на окремі фізіологічні показники сої і її продуктивність. *Зібрання наукових праць Уманського національного університету садівництва.* Вип. № 94. Ч. 1. Умань. С. 232–239.

10. Соя Аннушка від Соєвий вік. URL : fhttps:/ https://superagronom.com/nasinnya-soya/annushka-soyeviy-vik-id12108.
11. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз. Київ: Дія, 2005. 288 с.
12. Мандровська Н.М., Кругова О.Д., Охріменко С.М. та ін. Дія синтетичного полісахариду на ріст бульбочкових бактерій ризогенез рослин гороху. *Агроекологічний журнал.* Київ, 2005. № 4. С. 47–51.
13. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.
14. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. – Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
15. Jeong-Yong Cho, Jae-Hak Moon, Ki-Young Seong, Keun-Hyung Park. Antimicrobial Activity of 4-Hydroxybenzoic Acid and trans 4-Hydroxycinnamic Acid Isolated and Identified from Rice Hull. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry.* № 62(11). P. 2273–2276.
16. Abid M. et al. Effect of magnesium sulphate on the first stage of development of Lucerne. *Options Méditerranéennes*, Series A. № 79. CIHEAM, FAO, ENMP, SPPF, 2008. p. 405–408.

REFERENCES:

1. Fedoruk, I. V., Bakhmat, O. M. (2021) Produktyvnist sortiv soi v umovakh Podillia. Roslynnytstvo ta grunoznavstvo [Productivity of soybean varieties in Podillya. Crop and soil science]. No. 1, t. 12. S. 7–17 [in Ukrainian].
2. Babych, A. O., Kolisnyk, S. I., Temchenko, I. V. (2001). Rezultaty i perspektyvy selektsii zernobobovykh kultur v Instytuti kormiv UAAN [Results and prospects of legume breeding at the Institute of Feed of UAAS]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. № 47. S. 22–24 [in Ukrainian].
3. Babych, A. O. (2006). Modeli tekhnolohii vyroshchuvannia soi, yikh ekonomichna efektyvnist ta konkurentospromozhnist [Models of soybean cultivation technology, their economic efficiency and competitiveness]. Kormy i kormovyrobnytstvo. Vyp. 56. S. 22–29 [in Ukrainian].
4. Antonov, S. I. (2000). Soia – universalna kultura. Zemlerobstvo. № 1. S. 12 [in Ukrainian]
5. Babych, A. O., Babych-Poberezhna, A. A. (2011). Selektsiia, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti [Soybean breeding, production, trade and use in the world]. Kyiv. Ahrarna nauka. 548 s [in Ukrainian].
6. Redko, A., Trykina, N.M. (2011). Produktyvnist soi zalezhno vid dobryv ta biopreparativ v umovakh pivnichnoho stepu Ukrainy[Soybean productivity depending on fertilizers and biological products in the northern steppe of Ukraine]. Problemy vprovadzhennia novitnikh system zemlerobstva v ahropromyslove vyrobnytstvo Ukrainy: materialy kruhloho stolu. (m. Kirovohrad, 23 lystop. 2011r.). Kirovohrad. S. 59–63 [in Ukrainian].
7. Havii, V.M., Sukhovieiev, V.V. (2016). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia na formuvannia korenevoi systemy soi [Effect of pre-sowing seed treatment on the formation of soybean root system]. Koordynatsiini spoluky: syntez i vlastyvosti: tezy dopovidei III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (Nizhyn, 6–7 zhovtnia 2016 r.) / za zah. red. V. V. Sukhovieieva. Nizhyn: NDU im. Mykoly Hoholia, S. 19–22 [in Ukrainian].
8. Havii, V.M., Khynotska O.A., Sukhovieiev, V.V. (2016). Doslidzhennia vplyvu syntetychnykh spoluk na deiaki fiziolohichni protsesy soi u fazi tsvitinnia [Study of the influence of synthetic compounds on some physiological processes of soybean in the flowering phase]. Aktualni pytannia biolohichnoi nauky: zbirnyk statei II mizhnar. zaochn. nauk.-prakt. konf. (m. Nizhyn, 8 kvit, 2016 r.). Nizhyn, C. 31–35 [in Ukrainian].
9. Havii, V. M., Pryplavko, S. O., Kovalenko, S. O. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy na okremi fiziolohichni pokaznyky soi i yii produktyvnist [Effect of pre-sowing seed treatment with biological products on some physiological parameters of soybean and its productivity]. Zibrannia naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. Vyp. № 94. Ch. 1. Uman. S. 232–239 [in Ukrainian].

Гавій В.М., Козючко-Головач А.Г. Вплив передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайність сої

На сьогодні соя належить до найрентабельних сільськогосподарських культур. Для забезпечення зростаючого попиту на соєву продукцію, постає питання про необхідність підвищення рівня її врожайності на основі застосування ефективних безпечних регуляторів росту Тому, перспективними регуляторами росту у цьому напрямі можуть бути метаболічно активні речовини.

Мета. Дослідження впливу передпосівної обробки насіння метаболічно активними речовинами на формування кореневої системи та урожайність сої. **Методи дослідження.** Теоретичне обґрунтування цього дослідження базується на аналізі спеціалізованих джерел інформації, узагальненні наукових праць, тоді як практична частина була виконана відповідно до методичних рекомендацій по проведенню польових дослідів. **Результати.** Застосування комбінацій метаболічно активних речовин для передпосівної обробки насіння сприяє збільшенню кількості та довжини бічних коренів сої протягом усього періоду вегетації. Застосування комбінації вітамін Е+убіхінон-10 сприяло максимальному утворенню бічних коренів на всіх досліджуваних фазах онтогенезу сої. Передпосівна обробка насіння метаболічно активними сполуками вітамін Е + убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ мала вплив і на лінійний ріст бічних коренів сої. Обробка насіння перед посівом комбінацією вітаміну Е в поєднанні з убіхіноном-10 найефективніше стимулювала утворення бульбочок на бічних коренях сої. Розвиток потужної кореневої системи сприяв підвищенню врожайності сої. Найвища врожайність сої спостерігалася за передпосівної обробки насіння комбінацією речовин з вітаміну Е + убіхінон-10. **Висновки.** Передпосівна обробка насіння комбінаціями вітамін Е + убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ сприяла активному росту кореневої системи та утворення бульбочок на бічних коренях сої на всіх досліджуваних фазах розвитку, що підвищило врожайність сої. Таким чином, комбінації вітамін Е + убіхінон-10 та вітамін Е + метіонін + ПОБК + $MgSO_4$ можуть бути перспективними регуляторами росту зернобобових культур.

Ключові слова: метаболічно активні сполуки, насіння сої, лінійний ріст, утворення бульбочок на бічних коренях, урожайність.

Havii V.M., Koziuchko-Holovach A.H. The effect of pre-sowing seed treatment with metabolically active substances on the formation of the root system and soybean yield

Today, soybean is one of the most profitable agricultural crops. To ensure the growing demand for soybean products, the question arises of the need to increase its yield based on the use of effective and safe growth regulators. Therefore, metabolically active substances can be promising growth regulators in this direction. **Purpose.** Study of the effect of pre-sowing seed treatment with metabolically active substances on the formation of the root system and soybean yield. **Research methods.** The theoretical justification of this study is based on the analysis of specialized sources of information, generalization of scientific works, while the practical part was carried out in accordance with the methodological recommendations for conducting field experiments. **Results.** Combinations of metabolically active substances had a positive effect on the formation of the soybean root system during all phases of plant growth and development. The use of the combination of vitamin E + ubiquinone-10 contributed to the formation of the largest number of lateral roots throughout the study. Pre-sowing seed treatment with metabolically active compounds vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBK + $MgSO_4$. also had an effect on the linear growth of soybean lateral roots. Treatment of seeds before sowing with a combination of vitamin E in combination with ubiquinone-10 most effectively stimulated the formation of nodules on soybean lateral roots. The formation of a powerful root system contributed to an increase in soybean yield. The highest soybean yield was observed with pre-sowing seed treatment with a combination of substances vitamin E + ubiquinone-10. **Conclusions.** Pre-sowing seed treatment with combinations of vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBK + MgSO4 promoted active growth of the root system and the formation of nodules on the lateral roots of soybeans at all studied phases of development, which increased soybean yield. Thus, combinations of vitamin E + ubiquinone-10 and vitamin E + methionine + POBA + MgSO4 may be promising growth regulators for legume crops.

Key words: metabolically active compounds, soybean seeds, linear growth, nodule formation on lateral roots, yield.

УДК 631.527.2:633.854
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.5

РОЛЬ БІОДЕСТРУКТОРІВ, ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ ВРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКА

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-4151-0299
Миколаївський національний аграрний університет
ПАВЛОВ В.О. – здобувач наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0005-2159-2257
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соняшник є однією з найважливіших олійних культур, що займає значну частину сільськогосподарських угідь і забезпечує високу економічну вигоду. Проте, зростаючі вимоги до продуктивності та якості врожаю вимагають впровадження нових елементів технології, які б оптимізували процес вирощування цієї культури. Серед основних факторів, що впливають на врожайність соняшника, важливу роль відіграють передпосівна обробка насіння, мінеральне живлення та використання біодеструкторів. Обробка насіння перед сівбою є важливою стосовно створення оптимальних умов для його проростання та подальшого розвитку рослин. Неправильні підходи до цього заходу можуть призвести до ущільнення ґрунту, недостатнього зволоження, нерівномірного розподілу поживних речовин, що негативно вплине на врожайність. Мінеральне живлення, у свою чергу, забезпечує рослини необхідними елементами для росту та розвитку. Однак надмірне або недостатнє внесення добрив може не лише знизити продуктивність, але й призвести до деградації екосистеми. Загалом значно завищенні від рекомендованих нормативів площі під соняшником [1], вибагливість цієї культури до вологи та елементів живлення, супутні бур'яни, хвороби особливо за тривалого вирощування на одному й тому ж полі призводять до деградації ґрунтів, їх виснаження й збіднення на NPK, втрати вологи тощо. До того ж культуру соняшника рекомендовано вирощувати в науково-обґрунтованій сівозміні та висівати після пшениці озимої. З метою уникнення деградації ґрунту, а навпаки покращення його водно-фізичних властивостей та водоутримуючої здатності, післяжнивно кореневі залишки попередника доцільно заробляти в грунт, використовуючи для їх розкладу та активізації мікробіологічних процесів сучасні біодеструктори стерні [2, 3]. Використання біодеструкторів, які прискорюють розкладання органічних залишків та покращують структуру ґрунту, є новим напрямом у агрономії, який здатен підвищити родючість і забезпечити сталий розвиток сільського господарства. Однак їх ефективність, добір та оптимальні умови використання потребують детального вивчення.

Таким чином, постає необхідність комплексного дослідження взаємозв'язку між використанням біодеструкторів, передпосівною обробкою насіння і оптимізацією мінерального живлення та формуванням урожайності соняшника. Це дозволить не лише підвищити продуктивність цієї культури, але й сприяти збереженню ознак родючості ґрунту, сталому розвитку аграрного сектора в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник (*Helianthus annuus L.*) є однією з провідних олійних культур у світі, забезпечуючи значну частину глобального виробництва рослинних олій. Підвищення його врожайності є актуальним завданням агрономії, що вимагає впровадження ефективних агротехнічних заходів, таких як передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів та проведення позакореневого підживлення.

Передпосівна обробка насіння забезпечує покращення схожості, енергії проростання та підвищує стійкість рослин до стресових факторів. Згідно даних багатьох досліджень, обробка насіння сучасними біопрепаратами збільшує врожайність соняшника на 10–15% [4–7]. Це пов'язано із забезпеченням живлення проростків на ранніх етапах розвитку та підвищенням стійкості рослин до несприятливих умов середовища у подальшій вегетації.

Біодеструктори стерні сприяють розкладанню рослинних решток, покращуючи структуру ґрунту та підвищуючи доступність поживних речовин для наступних культур. Дослідженнями встановлено, що застосування біодеструкторів може підвищити врожайність соняшника на 8–12% завдяки поліпшенню ґрунтових умов та зниженню фітопатогенного навантаження [8, 9].

Позакореневе підживлення дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення у критичні фази розвитку. Застосування позакореневого підживлення комплексними добривами здатне підвищити врожайність соняшника на 12–18% [10–12]. Це обумовлюється швидким надходженням поживних речовин через листкову поверхню та посиленням фотосинтетичної активності рослин.

Комбіноване застосування передпосівної обробки насіння, біодеструкторів та позакореневого підживлення має синергічний ефект, забезпечуючи підвищення врожайності соняшника на 20–25% [13]. Такий підхід сприяє оптимізації умов росту та розвитку рослин, покращенню ґрунтової родючості та загалом підвищенню стійкості агроценозів до стресових факторів.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень передбачали визначення врожайності зерна соняшника за вирощування впродовж 2022–2024 рр. залежно від використання різних біологічних деструкторів стерні,

передпосівної обробки насіння та антистресантів для позакореневого підживлення.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження з середньораннім гібридом соняшника PL 130 проводили впродовж 2022–2024 рр. на полях Приватної Агрофірми "Схід", яка розташована у селі Довга Пристань Первомайського району Миколаївської області. Грунт – чорнозем звичайний. Попередником в досліді була пшениця озима, після збирання зерна якої на полі залишалося в середньому 5–6 т соломи та післяжнивно-кореневих решткив. Дослід двохфакторний. Фактор А – використання біодеструкторів стерні в комбінації з добривом N_5 + Граундфікс 3 л/га: Контроль без препарату + N_5 + Граундфікс 3 л/га; 2. Екостерн класік 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га; 3. Екостерн лайт 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га; 4. Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га; 5. Контроль без препарату + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес; 6. Екостерн класік 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес; 7. Екостерн лайт 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес; 8. Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес.

Фактор В – передпосівна обробка насіння: 1. Обробка водою; 2. Обробка Мікофрендом (8 л/т).

Обробка біопрепаратом залишків соломи і стерні (середина вересня) + N_5 (5 кг д.р. NH_4NO_3 аміачної селітри) + Граундфікс 3 л/га. Заробка соломи, добрива і біопрепарату супроводжується дискуванням для їх рівномірного розподілу у верхньому шарі ґрунту. Застосування біопрепарату в поєднанні з механічним обробітком ґрунту забезпечує ефективну інкорпорацію органічних решток у ґрунтовий профіль, стимулюючи діяльність мікроорганізмів.

На початку жовтня, через два тижні після цього заходу проводили оранку на глибину 23–25 см для покращення аерації, водоутримуючої здатності ґрунту та забезпечення умов для ефективного розвитку кореневої системи соняшника.

У фазу утворення у соняшника 4 листків проводили обприскування посівів гербіцидом Євролайтинг згідно з регламентом препарату з метою ефективного контролю бур'янів та зниження конкуренції за вологу, світло і поживні речовини.

У фазу 6 справжніх листків соняшника проводили позакореневе підживлення комплексом препаратів Стоп стрес: Азотофіт (0,3 л/га) + Органік баланс (0,5 л/га) + Липосам (прилипач) 0,2 л/га за витрати робочого розчину 200 л/га.

Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в дослідах із соняшником проводили відповідно до зональних методичних рекомендацій та стандартів Державного стандарту України (ДСТУ) [14–16].

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що в середньому за три роки вирощування врожайність зерна в контрольному варіанті без обробки насіння препаратом склала 2,37 т/га (за обробки його лише водою) та 2,48 т/га (за обробки Мікофрендом). Використання Стоп стресу для підживлення підвищило врожайність до рівнів 2,64 т/га та 2,76 т/га відповідно (табл. 1).

У порівнянні з контролем, використання Екостерн класік забезпечує підвищення врожайності: без комплексу Стоп стрес: середній показник 2,51 т/га (за обробки насіння водою) і 2,62 т/га (за обробки насіння Мікофрендом). Із проведенням позакореневого підживлення Стоп стрес урожайність зросла до 2,78 т/га (водою) та 2,89 т/га (за обробки насіння Мікофрендом).

Таблиця 1

Урожайність зерна соняшнику залежно від досліджуваних факторів та років вирощування, т/га

Використання деструктора стерні та живлення (фактор А)		Передпосівна обробка насіння (фактор В)							
		Обробка насіння водою				Обробка насіння Мікофрендом, 8л/т			
		2022	2023	2024	2022-2024	2022	2023	2024	2022-2024
Контроль без препарату + N_5 + Граундфікс 3 л/га		3,10	2,54	1,48	2,37	3,17	2,65	1,55	2,48
Екостерн класік 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га		3,21	2,71	1,62	2,51	3,30	2,83	1,72	2,62
Екостерн лайт 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га		3,12	2,65	1,60	2,46	3,24	2,82	1,70	2,60
Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N_5 + + Граундфікс 3 л/га		3,13	2,80	1,60	2,51	3,26	2,92	1,70	2,63
Контроль без препарату + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес		3,43	2,82	1,66	2,64	3,52	2,99	1,76	2,76
Екостерн класік 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес		3,56	2,98	1,80	2,78	3,62	3,15	1,89	2,89
Екостерн лайт 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес		3,47	2,93	1,78	2,73	3,57	3,14	1,87	2,86
Екостерн бакте-ріальний 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га + Стоп стрес		3,47	3,02	1,79	2,76	3,53	3,19	1,88	2,87
Hip_{05}	A	0,11	0,08	0,07					
	B	0,06	0,05	0,05					
	AB	0,14	0,12	0,11					

Застосування Екостерн лайт 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га забезпечувало дещо нижчу врожайність зерна соняшнику без Стоп стрес порівняно з Екостерн класік, із середнім показником 2,46–2,60 т/га. За підживлення комплексом Стоп стрес урожайність досягає 2,73 т/га (за обробки насіння водою) та 2,86 т/га (за обробки насіння Мікофрендом).

Екостерн бактеріальний 1,5 л/га + N_5 + Граундфікс 3 л/га, без Стоп стрес забезпечив рівень урожайності 2,51–2,63 т/га, залежно від передпосівної обробки насіння. Використання антистресового препарату підвищило врожайність зерна до 2,76–2,87 т/га.

Усі досліджувані деструктори (Екостерн класік, Екостерн лайт, Екостерн бактеріальний) забезпечували більш оптимальні результати порівняно з контролем.

Найвищу середню врожайність за три роки отримали у варіанті застосування Екостерн класік + N_5 + Граундфікс + Стоп Стрес: 2,89 т/га за обробки насіння Мікофрендом. Екостерн бактеріальний забезпечив її на рівні 2,87, а Екостерн лайт – 2,86 т/га відповідно. Тобто істотної різниці між взятими на дослідження біодеструкторами не визначено.

Обробка насіння перед сівбою Мікофрендом забезпечувала вищу врожайність порівняно з обробкою його водою (рис. 1).

Різниця між двома способами обробки насіння коливалася у межах від 0,06 до 0,21 т/га залежно від року та досліджуваних факторів. Найбільшу різницю між способами обробки насіння (Мікофрендом і водою) спостерігали у 2023 році, у якому цей елемент технології стабільно забезпечував більші прирости врожаю зерна.

Найвищою різниця в середньому за три роки досліджень була визначена у варіантах з внесенням Екостерн лайт і Екостерн класік, особливо за проведення підживлення комплексом Стоп стрес. Використання зазначеного антистресанта підвищувало врожайність зерна соняшнику у всіх комбінаціях (рис. 2).

Обробка насіння Мікофрендом підвищує врожайність соняшнику порівняно з обробкою водою, причому найбільше вплив має за поєднання з більш ефективними деструкторами стерні Екостерн класік або Екостерн бактеріальний та особливо у поєднанні з антистресовим препаратом Стоп Стрес.

Передпосівна обробка насіння, використання біодеструкторів та позакореневе підживлення є ефективними агротехнічними заходами у підвищенні врожайності соняшника. Їх комплексне застосування дозволяє досягти максимального ефекту, забезпечуючи стійке зростання продуктивності культури. Зазначимо, що за такого підходу, вирощування соняшника не буде супроводжуватись негативним впливом на ознаки родючості ґрунту.

Висновки. Використання деструкторів стерні разом із передпосівною обробкою насіння Мікофрендом та позакореневим підживленням Стоп стрес забезпечує формування найвищої врожайності зерна соняшника. Кращі результати забезпечили комбінації з Екостерн класік та Екостерн бактеріальний у поєднанні з підживленням комплексом Стоп стрес. Застосування Мікофренду для обробки насіння позитивно впливає на рівні врожайності зерна. Використання комбінації деструкторів, добрив, передпосівної обробки насіння та антистресанту є перспективною стратегією у підвищенні ефективності вирощування соняшнику в умовах змінного клімату. До того ж за такого добору елементів технології за розміщення соняшника після пшениці озимої не буде виникати загрози стосовно деградації ґрунтів.

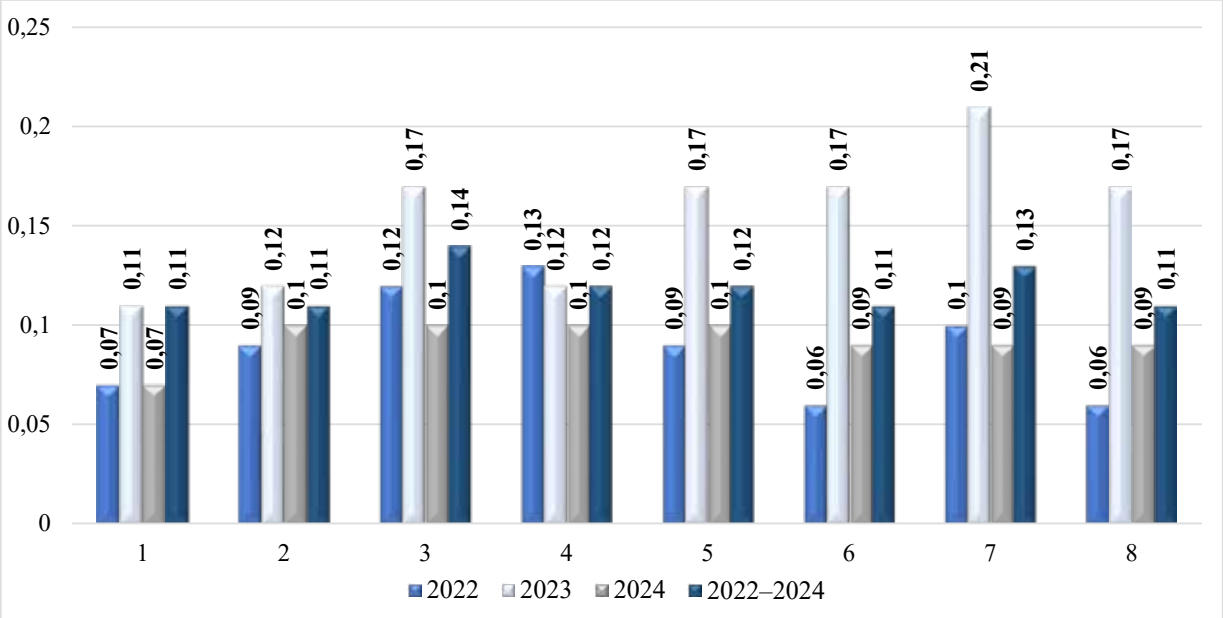


Рис. 1. Різниця між двома способами обробки насіння (водою та Мікофрендом) залежно від року та досліджуваних факторів

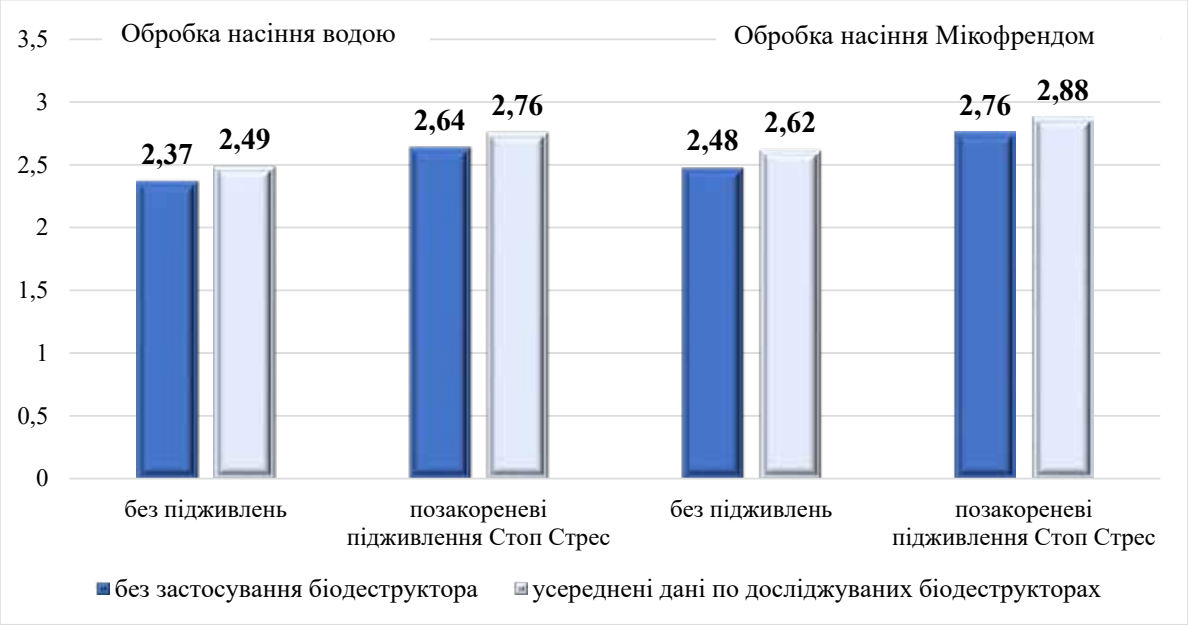


Рис. 2. Вплив передпосівної обробки насіння, біодеструктора та позакореневого підживлення на врожайність зерна соняшника (середнє за 2022–2024 рр.), т/га

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сидякіна О. В., Гамаюнова В. В. Сучасний стан та перспективи виробництва насіння соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 196–204. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.25
2. Сидякіна О. В. Ефективність біодеструкторів у сучасних агротехнологіях. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 119. С. 123–129. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16
3. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. № 3. С. 18–25. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02
4. Іваненко П. І. Вплив передпосівної обробки насіння на врожайність соняшника. *Аграрна наука.* 2019. № 3. С. 45–49. DOI: 10.31073/agro.2019.03.07
5. Advances in Nutrition of Sunflower on the Southern Steppe of Ukraine / Kovalenko O., Gamajunova V., Neroda R., Smirnova I., Khonenko L. Springer International Publishing Switzerland. *Soils Under Stress*. 2021. P. 215–223. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8_21
6. Pokoptseva L., Onyshchenko O., Gamayunova V., Gerasko T., Zoria M. Sowing properties of sunflower seeds of Talento hybrid under the influence of a modified plant growth regulator. *Scientific Horizons*. 2024. № 27(8). P. 59–68.
7. Коваленко О. А. Агроекологічне обгрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України: дис. … доктора сільськогосподарських наук: 06.01.09 – рослинництво. Херсон, 2021. 592 с.
8. Петров В. С. Використання біодеструкторів у технології вирощування соняшника. *Землеробство.* 2020. № 2. С. 33–37. DOI: 10.31867/zemlerobstvo2020.02.05
9. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги Південного регіону України в повоєнний період / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. С. 361–394. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18
10. Смирнов А. В. Ефективність позакореневого підживлення соняшника комплексними добривами. *Вісник аграрної науки.* 2021. № 4. С. 52–56. DOI: 10.31073/visnyk2021.04.09
11. Домарацький Є. О., Добровольський А. В. Вплив позакореневих підживлень комплексними багатофункціональними препаратами на кількісний рівень та якісний склад хлорофілового комплексу в рослинах соняшника. *Вісник аграрної науки Причорномор´я.* Миколаїв, 2018. Вип. 97-1. С. 142–151.
12. Домарацький Є. О. Вплив рістрегулюючих препаратів та мінеральних добрив на поживний режим соняшника. *Наукові доповіді НУБіП України. Серія: Агрономія.* 2018. № 1(71). URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10027
13. Коваленко О. М. Комплексний вплив агротехнічних заходів на продуктивність соняшника. *Сільськогосподарська наука*. 2022. № 1. С. 27–31. DOI: 10.32945/agrar2022.01.04
14. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник : у 2 кн. Книга 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. ; за ред. А. О. Рожкова. Х. : Майдан, 2016. 316 с.
15. Дослідна справа в агрономії. Книга друга. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень : навчальний посібник / Рожков А. О., Каленська С. М., Пузік Л. М. та ін. Х. : Майдан, 2016. 298 с.
16. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.

REFERENCES:

1. Sydiakina, O.V., & Hamaiunova, V.V. (2023). Suchasnyi stan ta perspektyvy vyrobnytstva nasinnia soniashnyku [Current status and prospects of sunflower seed production]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 131, 196–204.* DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.25 [in Ukrainian].
2. Sydiakina, O.V. (2021). Efektyvnist biodestruktoriv u suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Effectiveness of biodestructors in modern agricultural technologies]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 119, 123–129.* DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.16 [in Ukrainian].
3. Panfilova, A.V., Hamaiunova, V.V., & Drobitko, A.V. (2019). Urozhainist pshenytsi ozymoi zalezhno vid poperednyka ta biodestruktora sterni [Yield of winter wheat depending on the precursor and stubble biodestroyer]. *Scientific Progress & Innovations*, (3), 18–25. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.02 [in Ukrainian].
4. Ivanenko, P.I. (2019). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia na vrozhainist soniashnyka [The effect of pre-sowing seed treatment on sunflower yield]. *Ahrarna nauka – Agrarian science, 3, 45–49*. DOI: 10.31073/agro.2019.03.07 [in Ukrainian].
5. Kovalenko, O., Hamaiunova, V., Neroda, R., Smirnova, I., & Khonenko, L. (2021). Advances in Nutrition of Sunflower on the Southern Steppe of Ukraine. Springer International Publishing Switzerland. *Soils Under Stress*, 215–223. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8_21,
6. Pokoptseva, L., Onyshchenko, O., Hamaiunova, V., Gerasko, T., & Zoria, M. (2024). Sowing properties of sunflower seeds of Talento hybrid under the influence of a modified plant growth regulator. *Scientific Horizons*, 27(8), 59–68.
7. Kovalenko, O.A. (2021). Ahroekolohichne obhruntuvannia ta rozrobka elementiv biolohizovanykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh Pivdnia Ukrainy [Agroecological substantiation and development of elements of biological technologies for growing agricultural crops in the conditions of Southern Ukraine]. *Doctor's thesis*. Kherson, 592 [In Ukrainian].
8. Petrov, V.S. (2020). Vykorystannia biodestruktoriv u tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyka [The use of biodestructors in sunflower cultivation technology]. *Zemlerobstvo – Agriculture, 2, 33–37.* DOI: 10.31867/zemlerobstvo2020.02.05 [In Ukrainian].
9. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., & Pylypenko, T.V. (2023). Sivozmina yak zakhid resursozaoshchadzhennia ta ekolohichnoi rivnovahy Pivdennoho rehionu Ukrainy v povoiennyi period [Crop rotation as a measure of resource saving and ecological balance in the Southern region of Ukraine in the post-war period]. *Climate-smart agriculture: science and practice*: Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 361–394. DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18 [in Ukrainian].
10. Smyrnov, A.V. (2021). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia soniashnyka kompleksnymy dobryvamy [Effectiveness of foliar fertilization of sunflower with complex fertilizers]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science, 4, 52–56.* DOI: 10.31073/visnyk2021.04.09 [in Ukrainian].
11. Domaratskyi, Ye.O., & Dobrovolskyi, A.V. (2018). Vplyv pozakorenevykh pidzhyvlen kompleksnymy bahatofunktsionalnymy preparatamy na kilkisnyi riven ta yakisnyi sklad khlorofilovoho kompleksu v roslynakh soniashnyka [The effect of foliar feeding with complex multifunctional preparations on the quantitative level and qualitative composition of the chlorophyll complex in sunflower plants]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor´ia – Herald of Agrarian Science of the Black Sea Region,* 97-1, 142–151 [in Ukrainian].
12. Domaratskyi, Ye.O. (2018). Vplyv ristrehuliuiuchykh preparativ ta mineralnykh dobryv na pozhyvnyi rezhym soniashnyka [The effect of re-regulating drugs and mineral fertilizers on the nutritional regime of sunflower]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy. Seriia: Ahronomiia – Scientific reports of NUBiP of Ukraine. Series: Agronomy, 1(71).* URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10027 [in Ukrainian].
13. Kovalenko, O.M. (2022). Kompleksnyi vplyv ahrotekhnichnykh zakhodiv na produktyvnist soniashnyka [Complex impact of agrotechnical measures on sunflower productivity]. *Silskohospodarska nauka – Agricultural science, 1, 27–31.* DOI: 10.32945/agrar2022.01.04 [in Ukrainian].
14. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshtop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Theoretical aspects of the research case].* Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
15. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshtop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen [Statistical processing of agronomic research results].* Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
16. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methodology of scientific research in agronomy].* Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury, 264 [in Ukrainian].

Гамаюнова В.В., Павлов В.О. Роль біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та оптимізації мінерального живлення у формуванні врожайності соняшника

Метою досліджень передбачали визначення врожайності зерна соняшника за вирощування впродовж 2022–2024 рр. залежно від використання різних біологічних деструкторів стерні, передпосівної обробки насіння та антистресантів для позакореневого підживлення. **Матеріали та методика досліджень**. Дослідження з середньораннім гібридом соняшника PL 130 проводили впродовж 2022–2024 рр. на полях Приватної Агрофірми "Схід", яка розташована у селі Довга Пристань Первомайського району Миколаївської області. Грунт – чорнозем звичайний. Попередником в досліді була пшениці озима. Дослід двохфакторний: аактор А – використання біодеструкторів стерні в комбінації з добривом та фактор В – передпосівна обробка насіння біопрепаратами. За **результатами досліджень** встановлено, що використання антистресового препарату "Стоп стрес" у позакореневе підживлення (фаза 6 листків) підвищує врожайність соняшнику до 2,64 т/га (обробка насіння водою) та до 2,76 т/га

(обробка Мікофрендом). Найвищу середню врожайність за три роки вирощування забезпечив варіант з використанням Екостерн класік у комбінації з добривами, обробкою насіння перед сівбою та антистресантом для позакореневого підживлення, досягнувши 2,89 т/га. Обробка насіння Мікофрендом забезпечувала більші прирости врожаю в порівнянні з обробкою його водою. Дослідження засвідчують ефективність залучення до елементів технології вирощування соняшника застосування біодеструкторів, передпосівної обробки насіння та антистресантів для підвищення врожайності зерна, що відкриває нові перспективи у вирощуванні цієї культури після пшениці озимої. **Висновки** свідчать про те, що поєднання комбінації сучасних деструкторів стерні, передпосівної обробки насіння, антистресантів для позакореневого підживлення є перспективною стратегією для оптимізації вирощування соняшнику в умовах зміни клімату, забезпечуючи стабільні прирости врожайності його зерна без погіршення ґрунтової родючості.

Ключові слова: обробка післяжнивних залишків біодеструкторами, позакореневе підживлення антистресантом, елементи технології, підвищення продуктивності соняшнику, ознаки родючості ґрунту.

Hamaiunova V.V., Pavlov V.O. The role of biodestructors, pre-sowing seed treatment, and optimization of mineral nutrition in shaping sunflower yield

The aim of the research was to determine the yield of sunflower seeds grown during 2022–2024, depending on the use of various biological stubble destructors, pre-sowing seed treatment, and anti-stress agents for foliar feeding. **Materials and Methods of the Research**. The study was conducted with a mid-early hybrid sunflower PL 130 from 2022 to 2024 on the fields of the Private Agricultural Firm "Skhid," located in the village of Dovha Prystan, Pervomaiskyi District, Mykolaiv Oblast. The soil type was typical black soil. The preceding crop in the experiment was winter wheat. The experiment was a two-factor design. Factor A involved the use of stubble destructors and Factor B involved pre-sowing seed treatment with the biopreparation. According to the **research results**, it was established that the use of the anti-stress agent "Stop Stress" for foliar feeding (at the six-leaf stage) increases sunflower yield to 2.64 t/ha (seed treatment with water) and to 2.76 t/ha (seed treatment with Mycofriend). The highest average yield over three years of cultivation was achieved with the variant using Ecostern Classic in combination with fertilizers, pre-sowing seed treatment, and anti-stress agent for foliar feeding, reaching 2.89 t/ha. The treatment of seeds with Mycofriend provided greater yield increases compared to treatment with water. **The research confirms** the effectiveness of incorporating biological destructors, pre-sowing seed treatments, and anti-stress agents into sunflower cultivation technology to increase grain yield, opening new prospects for growing this crop after winter wheat. The conclusions indicate that combining modern stubble destructors, pre-sowing seed treatments, and anti-stress agents for foliar feeding is a promising strategy for optimizing sunflower cultivation under changing climate conditions, ensuring stable yield increases without degrading soil fertility.

Key words: post-harvest residue treatment with bio-destructors, foliar feeding with anti-stress agents, technology elements, increasing sunflower productivity, soil fertility indicators.

УДК 633.34:631.452
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.6

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (*GLYCINE MAX* MOENCH) В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ПРАВОБЕРЕЖНОГО

ДІДУР І.М. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-6612-6592
Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування
Вінницького національного аграрного університету
ЗЮЗЬКО Л.Г. – аспірант
orcid.org/0009-0003-4275-7159
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя є однією з найпродуктивніших культур сучасного сільського господарства, і її значення для аграрного сектору неухильно зростає. За останнє десятиріччя площа, відведена під посіви сої в Україні, збільшилася в чотири рази, що свідчить про високу популярність цієї культури серед українських фермерів. Експорт насіння сої досяг майже 1 мільйона тон, що є значним досягненням для вітчизняної аграрної економіки [1].

Крім того, на відміну від інших технічних культур, вирощених переважно для експорту, соя має унікальні агроекологічні переваги. Вона сприяє 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. Враховуючи ці переваги, соя відіграє важливу роль у збереженні та покращенні якості ґрунтів.

Проте розвиток соєсіяння в Україні, як на національному рівні, так і в окремих регіонах, стримують деякі фактори. Одним з основних обмежень є недостатньо розроблені та науково обґрунтовані зональні технології вирощування цієї культури. Відсутність таких адаптованих технологій значно ускладнює ефективне використання потенціалу сої в різних агрокліматичних умовах України, що потребує додаткових досліджень і вдосконалення агротехнічних методів для оптимізації процесу її вирощування в різних регіонах країни [2]. Вирощування сої в правобережному Лісостепу України стає дедалі поширенішим і потребує вдосконалення сортової технології. Це передбачає використання адаптованих і пластичних сортів, здатних ефективно реагувати на абіотичні фактори, а також визначення оптимальних строків сівби, щільності посівів, норм висіву, інокуляції насіння та елементів живлення [1–2].

Соя має велике агротехнічне значення, адже виступає відмінним попередником для багатьох інших культур у сівозміні. Її здатність фіксувати біологічний азот з повітря дозволяє значно покращувати родючість ґрунтів, подібно до інших зернобобових культур. Це сприяє зменшенню потреби у додаткових азотних добривах для наступних культур, що позитивно впливає на економічну ефективність сільськогосподарських робіт. Проте, незважаючи на ці значні переваги, площі, відведені під посіви сої, за останні роки зменшилися. Серед основних причин такої тенденції – нестабільність вітчизняного ринку зерна та недосконалість агротехнологій, що застосовуються для вирощування цієї культури. Недостатньо розвинені методи вирощування сої в Україні не дозволяють максимально використовувати її потенціал, що призводить до зниження економічної привабливості цієї культури для фермерів. Тому важливим напрямом для розвитку соєвого виробництва є пошук нових підходів для підвищення врожайності на якісно новому рівні. Це передбачає впровадження сучасних високоврожайних сортів сої та використання інтенсивних агротехнологій, які дозволять значно збільшити ефективність її вирощування. Застосування таких технологій буде сприяти не лише розширенню посівних площ, але й задоволенню зростаючого попиту на сою як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках, що є важливим для стабільного розвитку аграрного сектору України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження технології вирощування сільськогосподарських культур вимагає детального аналізу процесів росту та розвитку посівів, що залежить від низки факторів, таких як температура, освітленість, вологозабезпечення та інші екологічні умови. Наприклад, недостатня кількість тепла в поєднанні з надмірною вологістю може подовжити вегетаційний період, у той час як висока температура скорочує міжфазні періоди, зокрема періоди від сівби до сходів і від сходів до цвітіння. Важливо розуміти цей зв'язок між погодними умовами та розвитком рослин, оскільки це дозволяє вдосконалити агротехнічні підходи та підвищити врожайність культур, зокрема сої.

Як зазначає В.Ф. Петриченко, вимоги сої до тепла змінюються в різні фази її розвитку. Найвищі потреби у теплі спостерігаються в період проростання, до появи сходів, а також під час цвітіння, зав'язування і формування насіння. Натомість, у період дозрівання ці потреби знижуються. Щодо вологості, соя вважається досить посухостійкою в ранній вегетаційний період, але в фазу цвітіння і наливання насіння її чутливість до нестачі вологи зростає, що може негативно вплинути на врожай.

Згідно з дослідженнями Г.М. Заболотного, досягнення максимальної ефективності у підвищенні продуктивності зернобобових культур можливо лише за умови застосування агротехнічних методів, орієнтованих на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Це включає правильне налаштування

співвідношення між ключовими факторами, що впливають на продуктивність кожної культури, враховуючи не лише вид культури, а й специфічні умови вирощування. Наприклад, тип ґрунту, кліматичні умови, система обробітку ґрунту та технології догляду за рослинами.

Впровадження таких агротехнічних прийомів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води та поживних елементів, а також зменшити негативний вплив стресових факторів, що виникають під час росту рослин. Крім того, правильний підхід до вирощування зернобобових культур не лише збільшує їх врожайність, але й підвищує якість продукції, роблячи її більш стійкою до шкідників та хвороб.

В.А. Мазур підкреслює, що схожість насіння, а також рівномірність росту та розвиток рослин, залежать від температури та вологості ґрунту і повітря. Ці фактори суттєво впливають на формування бобів та їх посівні якості. Водночас тривалість окремих фаз росту визначається не лише природними умовами, але й технологічними заходами та особливостями сортів, що додає важливості використанню відповідних сортів для кожної агрокліматичної зони.

Згідно з рекомендаціями Г.В. Панциревої, норми висіву сої для Лісостепу України варіюються залежно від групи стиглості сортів: для ранньостиглих сортів норма складає 700–800 тис. схожих насінин на гектар, для середньоранніх – 600–700 тис./га, а для пізньостиглих – 500–550 тис./га. Правильний вибір норм висіву відповідно до групи стиглості сортів є важливим чинником для досягнення високих урожаїв у різних кліматичних умовах.

Мета досліджень. Метою досліджень передбачалось вивчити вплив агротехнічних прийомів задля підвищення ефективності використання ресурсів, оптимізації споживання поживних речовин, а також зменшення негативного впливу до стресових факторів, що виникають у процесі росту сої в умовах Лісостепу правобережного.

Методика та умови досліджень. У рамках програми досліджень було вивчено фази росту сої, зокрема: сходи, утворення першого трійчастого листка, стеблування, бутонізацію, початок і кінець цвітіння, наливання насіння та повну стиглість. Тривалість вегетаційного періоду сортів сої значною мірою визначається поєднанням зовнішніх кліматичних умов і біологічних особливостей рослин. Польові дослідження проводилися в умовах НДГ «Агрономічне» упродовж 2024 року на дослідних ділянках Вінницького національного аграрного університету відповідно до «Методики Держсортовипробування сільськогосподарських культур». У ході досліджень фіксували фази росту та розвитку рослин.

Результати досліджень. Одним із ключових способів досягнення максимальної врожайності сортів сої, зокрема симбіотичної, є створення нових та вдосконалення існуючих технологій вирощування цієї культури з використанням бактеріально-мінерального живлення [10].

Інокуляція насіння мікробними препаратами, що базуються на азотфіксувальних і фосформобілізуючих бактеріях, є ефективним засобом для покращення азотного та фосфорного живлення рослин сої. За сприятливих умов азотфіксації соя здатна засвоювати від 80 до 270 кг/га атмосферного азоту, при цьому 20–35 % залишаються в ґрунті у вигляді пожнивних і кореневих решток (табл. 1).

Відомо, що соя на одному гектарі залишає від 80 до 120 кг азоту, що є еквівалентом внесення 10–15 т органічних добрив. Згідно з розрахунками, якщо насіння сої буде висіяно на площі 2,2 млн га, як це передбачено планом на 2030 рік, то ґрунт отримає кількість азоту, еквівалентну 546 тис. тон аміачної селітри, що становить суму понад 2 млрд грн.

Ферментативна активність фосформобілізуючих мікроорганізмів сприяє розчиненню важкодоступних ґрунтових фосфатів, забезпечуючи їх ефективне засвоєння рослинами. У процесі свого метаболізму ці мікроорганізми синтезують біоактивні сполуки, такі як гормони та вітаміни, які позитивно впливають на ріст, розвиток рослин і ризосферну мікрофлору [6, 7].

Дослідження показали, що тривалість вегетаційного періоду сої залежить від генотипу сорту, умов навколишнього середовища та технології вирощування. Отримані результати підтверджують, що зміни гідротермічних умов у роки досліджень та різні методи вирощування впливають як на тривалість міжфазних періодів, так і на загальний вегетаційний період. Це підкреслює важливість аналізу закономірностей проходження фаз розвитку рослин у залежності від умов вирощування.

Сівбу сортів сої проводили в третій декаді квітня. Було встановлено, що тривалість періоду від сівби до повних сходів значною мірою залежала від рівня вологості та гідротермічного режиму. Важливим фактором для досягнення високої продуктивності посівів є температура, особливо для сучасних сортів сої, які класифікують за необхідною сумою активних температур ($t > 10$ °C). Для дуже ранніх сортів ця сума становить 1600–1900 °C, для ранньостиглих – 2000–2200 °C, для середньоранніх – 2800–2950 °C, а для пізньостиглих – 3000–3200 °C. Таким чином, підбір сортів для конкретного регіону повинен базуватися на сумі активних температур.

Аналіз метеорологічних даних Вінницького обласного центру гідрометеорології показав, що загалом

Таблиця 1

Накопичення та баланс азоту в ґрунті при вирощуванні сої в умовах Лісостепу Правобережного

Показник	Значення, кг/га
Накопичення мінерального азоту	80–270
Баланс мінерального азоту в ґрунті	50
Еквівалент дози мінеральних добрив	80

гідротермічні умови регіону сприятливі для росту і розвитку рослин, але спостерігалися значні відхилення від багаторічних норм, які вплинули на продуктивність посівів. Наприклад, у 2024 році період від сходів до формування першого трійчастого листка тривав 16 діб, при цьому сума активних температур становила 283,8 ºС, а сума опадів – 352,6 мм, що призвело до подовження цього етапу розвитку.

Багаторічні метеорологічні спостереження показали, що перехід середньодобової температури через +5 °С навесні відбувається на початку квітня, а восени наприкінці жовтня – на початку листопада. Таким чином, тривалість вегетаційного періоду становить 200–205 днів. Середньорічна сума опадів становить 580–630 мм, за вегетаційний період – 320 мм опадів. Найбільша кількість опадів спостерігається влітку – 80–90 мм/міс, найменша – взимку – 30–35 мм/міс (табл. 2).

Таким чином, можна зробити висновок, що ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу правобережного є цілком сприятливими як для вирощування більшості сільськогосподарських культур в тому числі сої.

Також внесення мінеральних добрив у ґрунт не завжди здатне повністю задовольнити потреби рослин у необхідних елементах живлення. У стресових умовах, таких як екстремальні температури, дефіцит вологи та інші несприятливі фактори, засвоєння елементів живлення кореневою системою значно погіршується. Це уповільнює ріст і розвиток рослин. Навіть за достатньої кількості доступних макроелементів у ґрунті їх ефективне засвоєння може бути обмеженим у несприятливих умовах. Особливо це стосується азоту, засвоєння якого кореневою системою значно знижується. Така нестача стає критичною під час формування генеративних органів, коли потреба у поживних речовинах зростає через інтенсивне наростання вегетативної маси. У цей період запаси легкодоступних елементів живлення виснажуються, а їх засвоєння не встигає за швидкими темпами росту рослин. З огляду на це, в системі удобрення сої застосовують додаткові методи, зокрема використання добрив у хелатній формі для позакореневого (листкового) підживлення. Це дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення навіть за несприятливих умов.

У структурі світового виробництва олійних культур соя займає майже 60%. Протягом останніх п’ятдесяти років площі посівів сої зросли з 24,0 млн га до 103,0 млн га, а рівень врожайності збільшився з 1,90 до 2,60 т/га (рис. 1).

З’ясовано, що правобережний Лісостеп України, завдяки своїм ґрунтово-кліматичним та гідротермічним умовам (ГТК – 1,7–1,8), є сприятливим для вирощування сої. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2024 року також були оптимальними для цієї культури. Особливо важливо відзначити позитивний вплив високих середньодобових температур протягом вегетації та значної кількості атмосферних опадів, що сприяло активному росту, розвитку та формуванню високих врожаїв насіння, особливо на початкових етапах росту рослин сої.

Висновки. Поліпшення агротехнологічних методів вирощування сої для підвищення її насіннєвої продуктивності має велике агроекологічне та продовольче значення. Дослідження показали, що правобережний Лісостеп України, з огляду на ґрунтово-кліматичні та гідротермічні умови (ГТК – 1,7–1,8), є оптимальним регіоном для вирощування цієї культури. Вегетаційні умови 2024 року також були сприятливими для сої. Тому, впровадження удосконалених агротехнічних практик дає змогу суттєво підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води та поживних елементів, а також зменшити негативний вплив стресових факторів, що виникають під час росту рослин. Крім того, правильне ведення сільськогосподарських практик дозволяє не лише збільшити врожайність, а й покращити якість продукції, підвищуючи її стійкість до шкідників.

Таблиця 2

Агрокліматичні показники центральної зони Вінницької області

Кліматичні показники	Величина
Сума активних температур, t °С	2671–2780
Довжина без морозного періоду, дні	141–147
Середньорічна температура повітря, t °С	6,7–7,0
Мінімальна температура повітря, t °С	- 34
Максимальна температура повітря, t °С	+ 38
Дата осінніх заморозків	6–7.10
Дата останніх весняних заморозків	23–25.04
Довжина вегетаційного періоду, дні	199–205
Сума атмосферних опадів за рік, мм	581–634
Сума опадів за вегетаційний період, мм	368–425
Довжина періоду з сніговим покривом, дні	87–90
Середня максимальна глибина снігового покриву, см	14–15
Середня глибина промерзання ґрунту, см	56
Сума ефективних температур >5 °С	1949–2059
Переважаючий напрямок вітру	Північно-західний



	2015	2018	2021	2024
правобережний Лісостеп	1,9	2,1	2,2	2,3
середнє по Україні	1,8	2	2,2	2,2

Рис. 1. Рівень урожайності сої в умовах Лісостепу правобережного (2015–2024 рр.)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 73. С. 3–10.
2. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісництво*. 2021. № 4 (23). С. 96–111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8
3. Камінський В.Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. Міжвідомч. тем. наук. зб. Селекція та насінництво. 2005. Вип. 90. С. 14–22.
4. 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
5. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
6. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 16. С. 48–60.
7. 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. No 18. С. 5–17.
8. Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природніх процесів ґрунтово-іммобілізаційного характеру. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 107–112. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.15
9. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. Вип. No 5 (87). С. 1–9.
10. 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. No 18. С. 5–17.

REFERENCES:

1. Petrychenko V.F., Korniichuk O.V. (2012). Stratehiia rozvytku kormovyrobnytstva v Ukraini. [The strategy of development of feed production in Ukraine]. Kormy i kormovyrobnytstvo: vypusk 73 Vinnytsia, [in Ukrainian]
2. Mazur V.A., Tkachuk O.P., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2021). Tekhnolohichnist ta ahroekolohichna stiikist skorostyhlykh sortiv soi [Technology and agroecological sustainability of precocious soybean varieties]. Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo. № 4 (23). S. 96–111 [in Ukrainian].
3. Kaminskyi V.F. (2005). Znachennia zernovykh bobovykh kultur ta napriamky yikh vyrobnytstva. [The importance of grain legumes and the direction of their production]. Mizhvidomch. tem. nauk. zb. Selektsiia ta nasinnytstvo: vyp. 90 Vinnytsia. [in Ukrainian].
4. Didur I., Bakhmat M., Shynchyk 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. R. 177–182 [in Ukrainian]
5. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I, Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktyvnosti [Agrobiological basis of soybean cultivation and ways to maximize its productivity:

a monograph]. Vinnytsia, monohrafiia, TOV TVORI, 301 s. [in Ukrainian].
6. 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. C. 48–60 [in Ukrainian]
7. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptyvnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia 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 lisivnytstvo: zhurnal. No 18. P. 5–17 [in Ukrainian].
8. Pantsyreva H.V., Kovalchuk V.M. Doslidzhennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia soi na osnovi mobilizatsiinykh ahropidkhodiv za pryrodnikh protsesiv gruntovo-immobilizatsiinoho kharakteru [Study of the elements of soybean cultivation technology based on mobilization agro-approaches under natural soil-immobilization processes]. Ahrarni innovatsii. 2024. № 24. S. 107–112. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.15 [in Ukrainian].
9. Pantsyreva H.V. (2020) Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia na zernovu produktyvnist zernobobovykh kultur v umovakh pravoberezhnoho 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].
11. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptyvnoi sortovoi tekhnolohii vyro-shchuvannia zernobobovykh kultur v pravobere-zhnomu Lisostepu Ukrainy. [Justification of adaptive varietal technology for growing legumi-nous crops in the right-bank Forest-steppe of Ukraine] Zbirnyk nau-kovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zhurnal. Vinnytsia. [in Ukrainian].

Дідур І.М., Зюзько Л.Г. Дослідження елементів технології вирощування сої (*Glycine max* Moench) в умовах Лісостепу Правобережного

Дослідження зосереджене на вирішенні актуальної проблеми, а саме вдосконаленні технологічних прийомів вирощування сої. Встановлено, що покращення агротехнологій сприяє підвищенню насіннєвої продуктивності сої та має важливе агроекологічне і продовольче значення. Експериментально доведено, що правобережний Лісостеп України, завдяки своїм ґрунтово-кліматичним та гідротермічним умовам, є сприятливим для вирощування сої. Агрокліматичні умови вегетаційного періоду 2024 року були також сприятливими для цієї культури. Тому застосування вдосконалених агротехнічних методів дозволяє значно підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати споживання води та поживних речовин, а також зменшити негативний вплив стресових факторів на процес росту сої.

Гідротермічні умови регіону відіграють ключову роль у забезпеченні високої врожайності сої, і їх слід обов'язково враховувати при плануванні технологій вирощування. Крім того, правильний підхід до вирощування сої дозволяє не лише збільшити врожайність, але й покращити якість продукції, підвищуючи її стійкість до шкідників та інших негативних факторів.

Визначено, що внесення мінеральних добрив не завжди здатне повністю задовольнити потреби рослин у необхідних елементах живлення. У стресових умовах, таких як екстремальні температури або дефіцит вологи, засвоєння елементів живлення кореневою системою значно знижується, що уповільнює процеси росту рослин. Особливо критичним є дефіцит азоту під час формування генеративних органів, коли потреба у поживних речовинах зростає через інтенсивне наростання вегетативної маси. У цей період запаси легкодоступних елементів виснажуються, а їх засвоєння не встигає за швидкими темпами росту рослин. Тому рекомендовано в системі удобрення сої застосовувати додаткові методи, зокрема використання добрив у хелатній формі для позакореневого підживлення, що дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення у критичні періоди.

Ключові слова: *Glycine max* Moench, гідротермічні умови, біологічний азот, передпосівна обробка насіння, позакореневі підживлення.

Didur I.M., Zyuzko L.G. Research on elements of soybean (*Glycine max* Moench) growing technology in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe

The research is aimed at solving a pressing problem, in particular, studying the technological methods of soybean cultivation. It has been established that improving agro-technological cultivation methods contributes to increasing the seed productivity of soybeans and has important agro-ecological and food significance. It has been experimentally proven that the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine is favorable for soybean cultivation in terms of soil, climatic and hydrothermal conditions. The agro-climatic conditions of the growing season in 2024 were favorable for this crop, and therefore the use of improved agro-technical methods allows significantly increasing the efficiency of resource use, optimizing water and nutrient consumption, and reducing the negative impact of stress factors that arise during soybean growth. Therefore, the hydrothermal conditions of the region are a decisive factor in ensuring high soybean yields, and their consideration should be key when planning cultivation technologies. In addition, the correct approach to growing soybeans helps not only to increase its yield, but also to improve the quality of products, increasing its resistance to harmful objects. It has been determined that the introduction of mineral fertilizers into the soil is not always able to fully satisfy the needs of plants for the necessary nutrients. Therefore, under stressful conditions, such as extreme temperatures, moisture deficiency and other adverse factors, the absorption of nutrients by the root system is significantly impaired, which leads to a slowdown in plant growth processes. It has been noted that nitrogen deficiency becomes critical during the formation of generative organs, when the need for nutrients increases due to the intensive growth of vegetative mass. During this period, the reserves of easily accessible nutrients are depleted, and their absorption does not keep up with the rapid growth of plants. In view of this, it is recommended to use additional methods in the soybean fertilization system, in particular, the use of fertilizers in chelate form for foliar (foliar) feeding. This allows you to quickly provide plants with the necessary nutrients during critical periods.

Key words: *Glycine max* Moench, hydrothermal conditions, biological nitrogen, pre-sowing seed treatment, foliar fertilization.

УДК 504:635:631.4:911.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.7

БІОГЕОХІМІЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ АДАПТАТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

ЄГОРОВА Т.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-2148-7738
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України
БУБЛИК М.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0003-4056-791X
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України
ГРУША В.В. – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-3530-1634
Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України

Сучасне плодівництво розглядає адаптацію культур до зміни клімату як одну із найважливіших на глобальному і регіональному рівнях [1, 2, 3]. Міжнародні дослідження свідчать, що підвищення температури атмосферного повітря може призвести до розладу фенологічних фаз розвитку рослин, включаючи цвітіння, розвиток плодів та врожайність [2, 4, 5, 6]. Між тим, існує низка спостережень, які свідчать, що рослини можуть розвивати морфологічні та фізіологічні адаптації, через підвищений доступ до води, регулювання газообміну для забезпечення фотосинтезу та зменшення втрати води листям [7, 8]. У зв'язку з цим розглянуто біогеохімічні підходи до оцінювання адаптації рослин в умовах змін клімату та запропоновано кількісні коефіцієнти безпеки культур в агроландшафтах з нестачею мікроелементів.

Адаптація сільськогосподарських культур до змін клімату є процесом складним і багатофункціональним [9, 10, 11]. Адаптативний (або екологічний) потенціал рослин – це екологічна стабільність культури, яка відображає її надійність для сільськогосподарського виробництва завдяки здатності протистояти стресовим чинникам [12, 13]. Адаптація є результатом комплексної взаємодії біотичних (популяційних) і абіотичних (агроландшафтних) чинників. Розв'язання проблем кліматичної адаптації сільськогосподарських культур до останнього часу прийнято пов'язувати з обмеженою кількістю абіотичних чинників. Серед цих чинників найбільше увага приділяється посухостійкості та стійкості культур до низьких температур, що оцінюється за рівнями фізіологічних пошкоджень та втрати вологи від евапотранспірації [14].

Дослідженнями М.О. Бублика та ін. було встановлено відмінності 10 сортів вишні за рівнем посухостійкості і визначено, що найбільш посухостійкою є сорт Тургенєвка [15]. За дослідженнями Інституту садівництва НААН 2024 р., на території Західного Лісостепу, господарська урожайність плодових культур та споживча якість плодів корелювала з погодними умовами під час цвітіння, запилення та запліднення, поряд із рівнем агротехнічних заходів. Оцінювання адаптації рослини до посухи включає методи із визначення водного дефіциту, водоутримуючої здатності, оводненості та жаростійкості рослин. Вивчення водного режиму сортів обліпихи (*H. Rhamnoides*) свідчить про високий рівень посухостійкості цієї культури в умовах Правобережного Лісостепу України; було виявили пряму залежність показників водного дефіциту від метеорологічних чинників, а саме відносної тургоресцентності від водоутримувальної та водовідновлювальної здатності [16].

Між тим, все більшого поширення набуває кількісне оцінювання екологічного потенціалу сільськогосподарських культур за *комплексними кліматичними індексами.* Серед науково-методичних підходів до оцінки посухостійкості є використання широкого набору індексів стресу, які враховують врожайність культур, запаси води у ґрунті, водоутримуючу здатність культур, загальну кількість сонячних днів тощо [17, 18, 19, 20]. До них відносяться індекси умов середовища (Ij), посухостійкості (DI) та стійкості культур до кліматичного стресу (ASI) [19, 21]. Так, розроблений ФАО ООН, ASI висвітлює відсоток земель (ріллі або пасовищ), які потенційно знаходяться під впливом посухи (впродовж місяця або року). Цей індекс розглядається нами як найбільш об'єктивна регіональна оцінка динаміки клімату на теренах України.

Поряд із адаптативними кліматичними оцінками, широко відомі результати біохімічних оцінок значення мікроелементів для розвитку зернових культур [22-35]. Встановлено, що Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Al позитивно впливають на посухостійкість рослин, а стійкість культур до перепадів температур забезпечує Zn, Mn, B. Достатня забезпеченість культур цими мікроелементами зберігає високий рівень синтезу білку і підвищує вміст аскорбінової кислоти, проліну, амідів і нуклеїнових кислот, що сприяє захисним функціям рослин під час посухи. Актуальність застосування порогових рівнів вмісту есенційних мікроелементів у ґрунтах як чинник нормального функціонування рослин освітлено у дослідженнях П.А. Власюка, Т.М. Єгорової, В.В. Ковальського та ін. [1, 27, 28].

Теоретичні і методичні аспекти геохімічної екології щодо нормального розвитку культур в агроландшафтах та, відповідно, біогеохімічної адаптації рослин до стресових умов, містять багаторічні дослідження Т.М. Єгорової, А.І. Фатєєва, С.Г. Корсун, та ін. [27, 24, 28-30]. Розширенням підходів до адаптації культур є біогеохімічних аналіз системи ґрунт-культура, розробка

кількісних оцінок такого потенціалу та прогноз меліоративних заходів щодо його підвищення.

Мета. Метою досліджень є визначення біогеохімічних принципів адаптації культур до змін клімату, розробка відповідних кількісних коефіцієнтів та їх регіональне оцінювання.

Матеріали і методи. Біогеохімічна складова адаптації культур до змін клімату обумовлена принципами взаємозв'язку між складовими ланками біогеохімічного ланцюга, що включає систему ґрунт-рослина-атмосферне повітря. Зв'язок компонентів ланцюга розкривається функціональний стан та врожайність культур, що серед іншого, безпосередньо залежить від забезпеченості ґрунтів поживними мікроелементами [27-29].

Сучасні кліматичні виклики потребують певної формалізації даних з агрохімічного стану ґрунтів та оцінювання посухостійкості системи ґрунт-рослина. Рівень біогеохімічної адаптації культур до змін клімату визначено *за* особливості вмісту та біофільності окремих поживних елементів.

Для оцінювання біогеохімічної адаптації культур розроблено *коефіцієнт біогеохімічної адаптації (КБА)*, що розраховується диференційовано для окремого поживного хімічного елементу. Коефіцієнт враховує вміст поживного хімічного елементу у ґрунтах (агроландшафту або адміністративної області) та його сталі біогеохімічні параметри – граничний рівень нестачі у ґрунтах для нормального функціонування культур (НПх) та коефіцієнт біогенної міграції (Ах) Коефіцієнт біогеохімічної адаптації базується на змінній вмісту елементу у ґрунтах, який є зворотним до НПх та прямим до Ах.

Нами розраховано *КБА* культур до нестачі у ґрунтах Co, Mo, Mn, Zn для територій адміністративних областей України. У дослідженнях використано попередні авторські узагальнення геоекологічного опробування ґрунтів (Сх) та багаторічні значення кліматичного стрес-індексу за матеріалами Р.А. Вожегової та ін. *(ASI)* [19, 27]. На підставі розрахунків *КБА,* проаналізовано адаптивність культур у зонах плодівництва України та визначено території найбільшого біогеохімічного ризику. Проведено статистичний парний кореляційний аналіз між стійкістю культур до кліматичного стресу *(ASI*) та біогеохімічною адаптованістю (*КБА* за Co, Mo, Mn, Zn).

Результати досліджень. Адаптаційні можливості культур висвітлюють їх реакцію (можливу або фіксовану) на стресові небезпеки розвитку рослин. Біогеохімічні принципи адаптації плодових культур до змін клімату визначає функціонування біогеохімічних ланцюгів в межах агроландшафту або іншої території. Фізико-хімічні особливості всіх ланок ланцюгів (гірські породи, води, ґрунти, рослини) об'єднані процесами міграції хімічних елементів і значним чином обумовлюють адаптацію плодових та інших культур до змін клімату. Вцілому, рівень біогеохімічної адаптаційної здатності культур характеризує їх забезпеченість поживними хімічними елементами. Нормальне (збалансоване) забезпечення культур встановлює відповідність вмісту елементів у ґрунтах та рослинах до їх порогових рівнів в інтервалі границь від нестачі (НПх) до надлишку (ВПх). Диференційованість біогеохімічних ланцюгів визначають біохімічні потреби культур і відмінності у біогенній міграції хімічних елементів за їх інтенсивністю переходу у системі ґрунт-культура, що кількісно оцінюється за коефіцієнтом біогенної міграції (Ах) *(Табл. 1).*

Кількісне оцінювання біогеохімічної адаптації культур до змін клімату базуються на відповідності вмісту поживних елементів (Сх) до їх нижніх порогових значень, що є границею нестачі елементу. Збільшення вмісту відносно нижнього порогу (НПх), як і зменшення відносно верхнього порогу (ВПх), поліпшує ґрунтові умови функціонування культур та, відповідно рівень їх адаптації до стресових умов. Територію України характеризує неоднорідність збалансованості поживних мікроелементів у системі ґрунт-культура. Регіональні особливості біогеохімічного дисбалансу та збалансованості Co, Mo, Mn, Cu, Sr узагальнює поширення регіональних еколого-геохімічних провінцій, а також наші локальні дослідження садових агроландшафтів [24, 27, 28]. На території України, в більшості ґрунтів, відмічається нестача Co, Mo, Mn та інших мікроелементів, що певним чином компенсують широкі масштаби агрохімічних заходів живлення рослин.

Поряд із цим, культури диференційовано концентрують різні хімічні елементи, що кількісно оцінюється коефіцієнтом біологічного поглинання (Ах). Біофільні хімічні елементи характеризують високі значення Ах (переважно більше 1,0) та відповідно підвищена інтенсивність біогенні міграція у системі ґрунт-культура,

Таблиця 1

Біогеохімічні параметри мікроелементів для оцінювання адаптації плодових і ягідних культур до змін клімату [25-28]

Біогеохімічні параметри	Поживні мікроелементи			
	Co	**Mo**	**Mn**	**Zn**
Нижній пороговий вміст, ґрунти, мг/кг (НПх)	7 (2,5)*	1,5 (0,2)	400 (288)	30 (0,3)
Верхній пороговий вміст, ґрунти, мг/кг (ВПх)	30 (4)	4 (11,2)	3000 (637)	70 (1,5)
Коефіцієнт біогенної міграції, Ах	0,8-1,0	18,2	7,5	10,8
Культури з високою потребою	н.д.	кавун, диня	яблуня, груша, виноград	вишня, черешня, слива виноград
Культури з середньою потребою	н.д.	н.д.	н.д.	яблуня, груша, суниця, малина

*Примітка: * форми знаходження валова і рухомі у дужках*

у тому числі і їх адаптація до стресових водно-кліматичних умовах. Біофобні хімічні елементи, навпаки, розкривають низькі значення Ах (переважно менше 0,5), послаблена або відсутня біогенні міграція у системі ґрунт-культура при стресових умовах.

Для кількісного оцінювання біогеохімічної складової адаптативного потенціалу сільськогосподарських культур до змін клімату розроблено ***коефіцієнт біогеохімічної адаптації (КБАх).*** Цей коефіцієнт стосується структур біогеохімічного ланцюга певного хімічного елементу. Запропонований коефіцієнт базується на прямій взаємозалежності у ланцюзі ґрунти-культура забезпеченості агроландшафтів поживним елементом. Коефіцієнт враховує три виміри поширення та біофільності поживного елементу *(Х)*. Це вміст елементу у ґрунті (Сх), нижнє порогове значення вмісту у ґрунті для нормального функціонування рослин (НПх) і коефіцієнт біогенної міграції (Ах). У загальному вигляді, *коефіцієнт біогеохімічної адаптації КБАх* хімічного елементу *х* для території досліджень розраховується за формулою:

$$КБАх = \frac{Сх \times Ах}{НПх}$$

Співвідношення біогеохімічних параметрів підібрано таким чином, що *збільшення значення КБАх відповідає зростанню адаптативного біогеохімічного потенціалу культур, а його зниження вказує на погіршення адаптативних спроможностей культур.* У розрахунках використовуються сталі значення порогових значень, що були визначені у межах геохімічної екології понад 50 років тому, а також значення біофільності елементів (табл. 1). Змінною є вміст елементі у дослідженому ґрунті для садового агроландшафту, або іншої територіальної одиниці. Для цього можуть використовуватися як локальні точкові значення, так і існуючі узагальнення вмісту елементів у межах агроландшафту чи площі адміністративної одиниці.

Інформативність оцінок адаптативного потенціалу культур суттєво підвищується при комплексному врахуванні к*оефіцієнтів біогеохімічної адаптації (КБАх)* і кліматичної складової, яку, серед іншого, оцінюють за кліматичним стрес-індексом *(ASI*). Нами розраховано *КБАх* за Co, Mo, Mn, Zn для територій адміністративних областей України та здійснено узагальнено *КБАх* і *ASI* для садівничих регіонів України *(табл. 2)*.

Взаємозв'язки між біогеохімічними і кліматичними особливостями аграрних угідь є складними і багатофакторними. Між ти, можна простежити певні просторові тенденції між біогеохімічною і кліматичною адаптованістю культур. Від зони плодівництва Полісся до Степових зон регіональні оцінки коефіцієнту біогеохімічної адаптації Co, Mo, Mn зростають, як і середі значення кліматичного стрес-індексу. Середні оцінки *КБА* Co зростають від 0,4 до 1,4, *КБА* Mo – від 8,5 до 21,8, *КБА* Mn – від 10,2 до 14,0, *ASI* – від 11,6 до 15,8. Простежується незначне зниження *КБА* Zn у межах Лісостепу та підвищення у межах Полісся порівняно з іншими зонами.

Певні тенденції взаємозв'язку між запропонованими біогеохімічними коефіцієнтами і кліматичним стрес-індексом висвітлює парний кореляційний аналіз. Регіональні розрахунки для адміністративних областей України парного коефіцієнту кореляції визначили значима лінійну кореляцію між *КБА* Co і *ASI* із значенням $r = 0,6$. Лінійна кореляція між *ASI* та *КБА* Zn не є значимою. Вкрай слабка позитивна лінійна кореляція простежується між *ASI* та *КБА* Mo і *КБА* Mn із $r = 0,3$.

Висновки та перспективи. На підставі цих оцінок можна зробити висновок щодо функціонування компенсаційних механізмів у рослинах в умовах підвищеної кліматичної небезпеки, а саме збільшення рівня посушливості клімату. Зростання кліматичного стрес-індексу здатне стимулювати культури до активізації біогеохімічних процесів, а саме біогенної міграції Co, Mo, Mn у системі грунт-культура.

Біогеохімічна складова адаптації плодових культур до змін клімату є питанням малодослідженим.

Таблиця 2

Біогеохімічні і кліматичні коефіцієнти адаптації культур до змін клімату на територіях зон плодівництва України

Зони плодівництва України	Коефіцієнти біогеохімічної адаптації *КБАх* за нестачі мікроелементів				Кліматичний стрес-індекс *ASI* [9]
	Co	Mo	Mn	Zn	
Полісся	0,3-0,7 0,4	7,3-9,7 8,5	6,1-14,0 10,2	19,4-59,0 36,8	10,4-12,2 11,6
Прикарпаття, Закарпаття	0,9-1,3 1,1	17,0-26,7 22,1	13,0-19,0 16,4	32,0-40,3 34,7	10,4-13,7 12,1
Лісостеп Західний і Східний	0,6-1,3 1,0	12,1-15,8 14,0	10,4-16,2 12,8	24,8-37,4 31,0	11,2-13,7 12,6
Степ Західний, Центральний і Північно-Східний	1,1-1,4 1,2	14,6-40,0 21,8	12,6-13,6 13,1	32,0-40,0 36,5	11,8-15,3 13,5
Донбас	1,3-1,4 1,4	17,0-18,2 17,6	13,1-13,4 13,2	33,1-35,6 34,4	13,0-14,3 13,7
Південний Степ	1,2-1,3 1,3	12,1-18,2 16,1	12,5-16,1 14,0	31,0-36,7 34,5	14,9-17,3 15,8

Кількісними параметрами такої адаптивності є біофільність хімічних елементів та їх збалансованість у системі ґрунт-культура. Розроблено комплексний коефіцієнт біогеохімічної адаптації культур за нестачі поживних елементів у ґрунтах *(КБАх)*. Регіональні розрахунки значень *КБАх* за нестачі у ґрунтах Co, Mo, Mn, Zn узагальнено для територій зон плодівництва України. Від зони плодівництва Полісся до Степових зон простежено зростання оцінок *КБА* за Co, Mo, Mn, як і кліматичного стрес-індексу (*ASI).* Значиму лінійну кореляцію (r = 0,6) проявлено між *КБА* за Co і *ASI*. В умовах зростання посушливості клімату, імовірність посилення компенсаційних біохімічних механізмів для забезпечення культур поживними елементами, є доволі високою.

На території зони Полісся з низькою адаптацію культур та високими потребами у Mo, Mn, вирощування яблуні, груші, винограду, кавуна, дині потребує посиленого підживлення рослин цими елементами. Локальне кількісне оцінювання *КБАх* у межах садових агроландшафтів та його розрахунки для широкого кола елементів живлення дозволить визначити пріоритетність у застосуванні мінеральних добрив агрохімічної меліорації та підвищити споживчу якість плодів і ягід. Особливого значення це набуває для органічних систем садівництва, що мають на меті забезпечення екологічно безпечної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналітична доповідь / за ред. С.П. Іванюти. Київ:НІСД, 2020. 110 с.
2. Бублик М.О., Гриник І.В., Барабаш Л.О., Чорна Г.А., Фризюк Л.А. Вплив змін клімату на плодові рослини у контексті глобальних досліджень. Садівництво. 2023. № 78. С. 5-25.
3. NASA. (2017, January 19). The consequences of climate change. (Ed. Newsela staff). URL: http://climate.nasa.gov/effects/. DOI: 10.1007/s00468-015-1214-3
4. The comparison of dormancy dynamics in apple trees grown under temperate and mild winter climates imposes a renewal of classical approaches / Malagi G. et al. Trees. 2015. Vol. 29. P. 1365-1380. DOI: 10.1007/s00468-015-1214-3.
5. Facing climate change: Biotechnology of iconic Mediterranean woody crops / De Ollas C. et al. Front. Plant Sci. 2019. Vol. 10. 427. DOI: 10.3389/fpls.2019.00427.
6. Mitra S. Guava: Botany, Production and Uses. New Delhi: CABI, 2021. 383 p.
7. Pájaro-Esquivia Y., Domínguez-Haydar Y., Tinoco-Ojanguren C. Intraspecific variation in morpho-functional traits and plastic response to water and light in seedlings of Aspidospermapolyneuron (Apocynaceae). Flora. 2021. Vol. 282. 151903. DOI: 10.1016/j.flora.2021.151903.
5. Global trends in phenotypic plasticity of plants / Stotz G.C. et al. Ecol. Lett. 2021. Vol. 24(10). P. 2267-2281. DOI: 10.1111/ele.13827.
9. Тараріко О.Г., Ільєнко Т. В., Кучма Т.Л. Вплив змін клімату на продуктивність та валові збори зернових культур: аналіз та прогноз. Український географічний журнал. 2016. N1. С. 14-22.
10. Ткачук О.П., Вітер Н.Г. Динаміка кліматичних показників та їх вплив на урожайність основних сільськогосподарських культур у Вінницькій області. Аграрні інновації.2023. № 17. С. 139-149.
11. Хом'як М.М., Байструк-Глдан Л.З., Коник Г.С. Адаптивний потенціал урожайності зразків Dactylis Glomerata L. в агрокліматичних умовах Передкарпаття. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2022. Вип. 71 (1). С. 160-175.
12. Заєць С.О., Мельник М.А. Врожайність льону олійного залежно від агрометеорологічних умов року та застосування мікробіологічних препаратів. Аграрні інновації. 2024. № 26. С. 34-40.
13. Рудник-Іващенко О.І., Гаєвський О.В. Оцінка адаптаційної здатності шовковиці (Morus L.) до знижених температур в залежності від віку росли. Аграрні інновації. 2023. № 23. С. 173-177.
14. Глобальне потепління підвищує фотосинтез у сільськогосподарських культур. URL: https://superagronom.com/news/1366-globalne-poteplinnya-pidvischuye-fotosintez-u-silskogospodarskih-kultur.
15. Бублик М.О., Скряга В.А., Китаєв О.І. Особливості визначення адаптивного потенціалу сортів вишні до жари та посухи. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2010. № 39. С. 173-176.
16. Миколайко І.І. Оцінювання посухостійкості Hippophae Rhamn7.oides L. у правобережному Лісостепу України. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Т. 27, № 1. С. 57-60.
17. Польовий В.М., Лукащук Л.Я., Лук'яник М.М. Вплив змін клімату на розвиток рослинництва в умовах західного регіону. Вісник аграрної науки. 2019. № 9 (798). С. 29-34.
18. Вожегова Р.А., Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Фундира К.С., Коновалова В.М. Посухостійкість популяцій люцерни другого року 11.за кормового використання. Аграрні інновації. 2023. № 17. С. 25-36.12.
19. Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Рудік О.Л. Застосування Agricultural Stress Index для динамічної оцінки посухи на орних землях. Аграрні інновації. 2023. № 20. С. 19-23.
20. Домарацький Є.О., Базалій В.В., Пічура В.І., Дробітько А.В., Потравка Л.О. Водоутримуюча здатність та посухостійкість пшениці озимої залежно від сортового складу за незрошуваних умов зони Степу. Аграрні інновації. 2023. № 21. С. 146-153.
21. Петриченко В.Ф., Балюк С.А., Носко Б.С. Підвищення стійкості землеробства в умовах глобального потепління. Вісник аграрної науки. 2013. № 9. С. 5-12.
22. Слюсар О., Кучеров Є. Мікроелементи і стійкість рослин до несприятливих умов середовища. Украгроресурс. 2019. URL: https://uarostok.ua/statt/mkroelementi-stykst-roslin-do-nespriyatlivih-umov-seredovischa.
23. Елементи живлення та їх роль в житті рослин. URL: https://jiva-npk.com.ua/elements.
24. Єгорова Т.М., Бублик М.О. Зональні ландшафтно-геохімічні особливості територій плодових насаджень України. Садівництво. 2022. № 76. С. 138-145.
25. Потреба культур в мікроелементах і винесення мікроелементів. URL: https://aidamin.com/ua/articles/potrebnosty-kulytur-v-mikroelementah-i-vynos-mikroelementov.2019.

26. Мікроелементи: друзі і вороги. Як взаємодіють елементи в рослині та що потрібно врахувати агроному? URL: https://superagronom.com/articles/135-mikroelementi-druzi-i-vorogi-yak-vzayemodiyut-elementi-v-roslini-ta-scho-potribno-vrahuvati-agronomu.
27. Єгорова Т.М. Екологічна геохімія агроландшафтів України: монографія. Київ:ТОВ ДІА, 2018. 264 с.
28. Єгорова Т.М. Агроекологічні системи біогеохімічних ланцюгів поживних елементів. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph. Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2020. P. 35–51.
29. Єгорова Т.М. Біосферні ідеї В.І. Вернадського як теоретичні засади аграрної екології. Агроекологічний журнал. 2021. № 1.С. 7–17.
30. Оцінювання мікроелементного складу грунтів України для ведення органічного землеробства /за ред. А.І. Фатєєва, Я.В. Бородіної. Харків: Бровін О.В., 2020.144 с.

REFERENCES:

1. Ivanyuta S.P., Kolomiyets O.O., Malynovska O.A., & Yakushenko L.M. (2020). Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsiyi: analitychna dopovidanyuty [Climate change: consequences and adaptation measures: analytical report]. Kyiv:NISD, 110 [in Ukrainian].
2. Bublyk M.O., Hrynyk I.V., Barabash L.O., Chorna H.A., & Fryziuk L.A. (2023). Vplyv zmin klimatu na plodovi roslyny u konteksti hlobalnykh doslidzhen [The impact of climate change on fruit plants in the context of global research]. Sadivnytstvo – Horticulture, 78, 5–25 [in Ukrainian].
3. NASA. (2017, January 19). The consequences of climate change. (Ed. Newsela staff). URL: http://climate.nasa.gov/effects/
4. Malagi G. et al (2015). The comparison of dormancy dynamics in apple trees grown under temperate and mild winter climates imposes a renewal of classical approaches. Trees, 29, 1365-1380
5. De Ollas C. et al. (2019). Facing climate change: Biotechnology of iconic Mediterranean woody crops. Front. Plant Sci, 10, 427
6. Mitra S. (2021). Guava: Botany, Production and Uses. New Delhi:CABI, 383
7. Pájaro-Esquivia Y., Domínguez-Haydar Y., Tinoco-Ojanguren C. (2021). Intraspecific variation in morpho-functional traits and plastic response to water and light in seedlings of Aspidospermapolyneuron (Apocynaceae). Flora. Vol. 282. 151903
8. Stotz G.C. et al (2021). Global trends in phenotypic plasticity of plants. Ecol. Lett., 24(10), 2267-2281
9. Tarariko O.H., Ilienko T.V., & Kuchma T.L. (2016). Vplyv zmin klimatu na produktyvnist ta valovi zbory zernovykh kultur: analiz ta prohnoz [The impact of climate change on productivity and gross yields of grain crops: analysis and forecast]. Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukrainian Geographical Journal, 1, 14–22 [in Ukrainian].
10. Tkachuk O.P., Viter N.H. (2023). Dynamika klimatychnykh pokaznykiv ta yikh vplyv na urozhainist osnovnykh silskohospodarskykh kultur u Vinnytskii oblasti [Dynamics of climatic indicators and their impact on the yield of main agricultural crops in Vinnytsia region]. Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations, 17, 139–149 [in Ukrainian].
11. Khomiak M.M., Baistruk-Hldan L.Z., & Konyk H.S. (2022). Adaptyvnyi potentsial urozhainosti zrazkiv Dactylis Glomerata L. v ahroklimatychnykh umovakh Peredkarpattia [Adaptive potential of yield of Dactylis Glomerata L. specimens in agroclimatic conditions of the Carpathian foothills]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry, 71 (1), 160-175 [in Ukrainian].
12. Zaiets S.O., Melnyk M.A. (2024). Vrozhainist lonu olinoho zalezhno vid ahrometeorolohichnykh umov roku ta zastosuvannia mikrobiolohichnykh preparative [Yield of oil flax depending on the agrometeorological conditions of the year and the use of microbiological preparations]. Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations, 26, 34–40 [in Ukrainian].
13. Rudnyk-Ivashchenko O.I., Haievskyi O.V. (2023). Otsinka adaptatsiinoi zdatnosti shovkovytsi (Morus L.) do znyzhenykh temperatur v zalezhnosti vid viku rosly [Assessment of the adaptive capacity of mulberry (Morus L.) to low temperatures depending on the age of the plant]. Ahrarni innovatsii – Agrarian Innovations, 23, 173–177 [in Ukrainian].
14. Hlobalne poteplinnia pidvyshchuie fotosyntez u silskohospodarskykh kultur [Global warming increases photosynthesis in crops]. 2017. URL: https://superagronom.com/news/1366-globalne-poteplinnya-pidvischuye-fotosintez-u-silskogospodarskih-kultur [in Ukrainian].
15. Bublyk M.O., Skriaha V.A., & Kytaiev O.I. (2010). Osoblyvosti vyznachennia adaptyvnoho potentsialu sortiv vyshni do zhary ta posukhy [Peculiarities of determining the adaptive potential of cherry varieties to heat and drought]. Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva – Bulletin of the Institute of Grain Economy, 39, 173–176 [in Ukrainian].
16. Mykolaiko I.I. (2017). Otsiniuvannia posukhostiikosti Hippophae rhamnoides L. u pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Assessment of drought tolerance of Hippophae Rhamnoides L. in the right-bank forest-steppe of Ukraine]. Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy – Scientific Bulletin of the National Technical University of Ukraine, 1 (27), 57–60 [in Ukrainian].
17. Polovyi V.M., Lukashchuk L.Ia., & Lukianyk M.M. (2019). Vplyv zmin klimatu na rozvytok roslynnytstva v umovakh zakhidnoho rehionu [The impact of climate change on the development of crop production in the western region]. Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 9(798), 29–34 [in Ukrainian].
18. Vozhehova R.A., Tyshchenko A.V., Tyshchenko O.D., Piliarska O.O., Fundyra K.S., & Konovalova V.M. (2023). Posukhostiikist populiatsii liutserny druhoho roku za kormovoho vykorystannia [Drought resistance of second-year alfalfa populations for forage use]. Ahrarni innovatsii – Agricultural Innovations, 1, 25–36 [in Ukrainian].
19. Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., & Rudik O.L. (2023). Zastosuvannia Agricultural Stress Index dlia dynamichnoi otsinky posukhy na ornykh zemliakh [Application of the Agricultural Stress Index for dynamic assessment of drought on arable lands]. Ahrarni innovatsii – Agricultural Innovations, 20, 19–23 [in Ukrainian]

20. Domaratskyi Ye.O., Bazalii V.V., Pichura V.I., Drobitko A.V., & Potravka L.O. (2023). Vodoutrymuiucha zdatnist ta posukhostiikist pshenytsi ozymoi zalezhno vid sortovoho skladu za nezroshuvanykh umov zony Stepu [Water-holding capacity and drought resistance of winter wheat depending on varietal composition under non-irrigated conditions of the Steppe zone]. Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations, 21, 146–153 [in Ukrainian].
21. Petrychenko V.F., Baliuk S.A., & Nosko B.S. (2013). Pidvyshchennia stiikosti zemlerobstva v umovakh hlobalnoho poteplinnia. [Increasing the sustainability of agriculture in the face of global warming]. Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 9, 5–12 [in Ukrainian].
22. Sliusar O., Kucherov Ye. (2019). Mikroelementy i stiikist roslyn do nespryiatlyvykh umov seredovyshcha [Microelements and plant resistance to adverse environmental conditions.]. Ukrahroresurs – Ukragroresurs. URL: https://uarostok.ua/statt/mkroelementi-stykst-roslin-do-nespriyatlivih-umov-seredovischa [in Ukrainian].
23. Elementy zhyvlennia ta yikh rol v zhytti roslyn [Nutrients and their role in plant life]. URL: https://jiva-npk.com.ua/elements [in Ukrainian].
24. Yehorova T.M., Bublyk M.O. (2022). Zonalni landshaftno-heokhimichni osoblyvosti terytorii plodovykh nasadzhen Ukrainy [Zonal landscape and geochemical features of fruit plantation territories of Ukraine]. Sadivnytstvo – Horticulture, 76, 138–145 [in Ukrainian].
25. Potreba kultur v mikroelementakh i vynesennia mikroelementiv (2019). [Crop needs for microelements and microelement excretion]. URL: https://aidamin.com/ua/articles/potrebnosty-kulytur-v-mikroelementah-i-vynos-mikroelementov [in Ukrainian].
26. Mikroelementy: druzi i vorohy. Yak vzaiemodiiut elementy v roslyni ta shcho potribno vrakhuvaty ahronomu? [Microelements: friends and foes. How do elements interact in a plant and what does an agronomist need to consider?]. URL: https://superagronom.com/articles/135-mikroelementi-druzi-i-vorogi-yak-vzayemodiyut-elementi-v-roslini-ta-scho-potribno-vrahuvati-agronomu [in Ukrainian].
27. Yehorova T.M. (2018). Ekolohichna heokhimiia ahrolandshaftiv Ukrainy: monohrafiia [Ecological geochemistry of agricultural landscapes of Ukraine: monograph]. Kyiv:TOV DIA, 264 [in Ukrainian].
28. Yehorova T.M. (2020). Ahroekolohichni systemy bioheokhimichnykh lantsiuhiv pozhyvnykh elementiv [Agroecological systems of biogeochemical nutrient chains]. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph. Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 35–51 [in Ukrainian].
29. Yehorova T.M. (2021). Biosferni idei V.I. Vernadskoho yak teoretychni zasady ahrarnoi ekolohii [Biosphere ideas of V.I. Vernadsky as theoretical foundations of agrarian ecology]. Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal, 1, 7–17 [in Ukrainian].
30. Fatiev A.I., Borodina Ya.V. (2020). Otsiniuvannia mikroelementnoho skladu hruntiv Ukrainy dlia vedennia orhanichnoho zemlerobstva [Assessment of the microelement composition of Ukrainian soils for organic farming]. Kharkiv: Brovin O.V., 144 [in Ukrainian].

Єгорова Т.М., Бублик М.О., Груша В.В. Біогеохімічні засади оцінювання адаптативного потенціалу плодових культур

Метою досліджень є визначення біогеохімічних принципів адаптації культур до змін клімату, розробка відповідних кількісних коефіцієнтів та їх регіональне оцінювання. **Методи досліджень** включають вибір інформативних біогеохімічних параметрів, розробку комплексного коефіцієнта адаптації культур до небезпечних явищ (*КБАх* за нестачі Co, Mo, Mn, Zn), їх регіональні розрахунки та узагальнення для територій зон плодівництва України. **Результатами досліджень** є формулюванні та кількісне оцінювання біогеохімічних принципів адаптації культур до змін клімату. Таким принципом є взаємозв’язок між складовими ланками біогеохімічних ланцюгів поживних елементів. Простежено просторові тенденції між оцінками біогеохімічної і кліматичної адаптованості культур. Від зони плодівництва Полісся до Степових зон регіональні оцінки *КБАх з*а нестачі Co, Mo, Mn зростають, як і середі значення кліматичного стрес-індексу. *КБА* Co зростають від 0,4 до 1,4, *КБА* Mo – від 8,5 до 21,8, *КБА* Mn – від 10,2 до 14,0, *ASI* – від 11,6 до 15,8. Незначне зниження *КБА* Zn фіксується у межах Лісостепу та підвищення у межах Полісся. Встановлено значиму позитивну кореляцію (r = 0,6) між *КБА* за Co і *ASI;* слабка позитивна лінійна кореляція (r = 0,3) простежується між *ASI* та *КБА* Mo і *КБА* Mn. **Висновки.** Дослідження свідчать про системність функціонування компенсаційних механізмів у рослинах в умовах підвищеної кліматичної небезпеки та збільшення рівня посушливості клімату. На території зони Полісся з низькою адаптацію культур та високими потребами у Mo, Mn, вирощування яблуні, груші, винограду, кавуна, дині потребує посиленого підживлення рослин цими елементами. Перспективним є кількісне оцінювання *КБАх* у межах садових агроландшафтів та його розрахунки для широкого кола елементів живлення. Це посилить обгрунтування напрямів агрохімічної меліорації та підвищить споживчу якість українських плодів і ягід.

Ключові слова: біогеохімічні параметри, зони плодівництва, мікроелементи, адаптація, кореляція.

Yehorova T.M., Bublyk M.O., Grusha V.V. Biogeochemical basics of assessing the adaptive potential of fruit crops

The purpose of the research is to determine the biogeochemical principles of crop adaptation to climate change, develop the corresponding quantitative coefficients and their regional assessment. **Research methods** include the selection of informative biogeochemical parameters, the development of a complex coefficient of crop adaptation to dangerous phenomena (*CBAx* for shortage of Co, Mo, Mn, Zn), their regional calculations and generalization for the territories of fruit growing zones of Ukraine. **The results** of the research consist in the formulation and quantitative assessment of the biogeochemical principles of crop adaptation to climate change. This principle is the relationship between the constituent links of biogeochemical chains of nutrient elements. Spatial trends between estimates of biogeochemical and climatic adaptability of crops are traced. From the fruit-growing zone of Polissya to the Steppe zones, regional estimates of the *CBAx* for shortage of Co, Mo, Mn increase, as do the values of the climate stress index. *CBA* Co increases from 0.4 to

1.4, *CBA* Mo – from 8.5 to 21.8, *CBA* Mn – from 10.2 to 14.0, *ASI* – from 11.6 to 15.8. *CBA* Zn is slight decreasing within the Forest-Steppe and an increase within Polissya. A significant positive correlation (r = 0.6) was established between *CBA* for Co and *ASI*; a weak positive linear correlation *(r* = 0.3) is between *ASI* and *CBA* Mo and *CBA* Mn. **Conclusions.** Studies indicate the systematic functioning of compensatory mechanisms in plants under conditions of increased climatic hazard and increased aridity of the climate. Growing apple trees, pears, grapes, watermelons, melons requires enhanced root fertilization of these crops on the territory of the Polissya zone with low crop adaptation and high needs for Mo, Mn. The quantitative assessment of *CBAx* within garden agrolandscapes and its calculations for a wide range of nutrients is promising. This will strengthen the justification of directions of agrochemical land reclamation and increase the consumer quality of Ukrainian fruits and berries.

Key words: biogeochemical parameters, fruit growing zones, microelements, adaptation, correlation.

УДК 633.854.78: 631.92: 631.95
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.8

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ У ЗОНІ НЕСТІЙКОГО ЗВОЛОЖЕННЯ

ЖИЛА П.А. – аспірант
orcid.org/0009-0007-7197-6317
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
НАЗАРЕНКО М.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6604-0123
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Сортова компонента відіграє важливу роль у підвищенні врожайності та якості соняшнику, оскільки приблизно 30-40% дисперсії за врожайністю залежить від впровадження нових гібридів [1, 2]. Навіть у межах однієї культури та біолого-морфологічної групи різні гібриди демонструють різну реакцію на фактори зовнішнього середовища. Для повної реалізації генетичного потенціалу продуктивності необхідна відповідність умов вирощування, що проявляється через адаптивність гібридів [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник залишається однією з ключових технічних культур, що сприяють економічній ефективності агропромислового комплексу країни [5, 6]. Підвищення врожайності та якості олії можливе завдяки кільком стратегічним підходам, серед яких важливу роль відіграє своєчасна сортозміна [8].

Основною проблемою залишається забезпечення стабільно високих урожаїв у різних ґрунтово-кліматичних умовах [7]. Безперервні екологічні випробування нових сортів у конкретних регіонах, що мають значні коливання кліматичних параметрів у межах традиційних еколого-географічних зон, дозволяють визначити найбільш пристосовані форми [10].

Результати проведених досліджень підтверджують наявність перспективних гібридів, які демонструють високу адаптивність до зон нестійкого зволоження. Це сприяє більш ефективній реалізації генетичного потенціалу продуктивності та якості соняшнику [10].

Мета. Метою було вивчити особливості формування продуктивності у сучасних гібридів соняшнику, виявити ключові моменти у прояві господарчо-цінних ознак в зоні нестійкого зволоження.

Матеріали та методика досліджень. Досліди проводили на полях ФОП «Жила А.Г.» (с. Малозахарино, Солонянський район, Дніпропетровська область, Україна, 48°03'31" північної широти 34°49'44" східної довготи). Математико-статистичний аналіз проводили за модулями факторного та дискримінантного аналізу. В усіх випадках використовували засоби пакету мультиваріантних досліджень програми Statistica 10.0.

Дев'ять гібридів PIONER P64LP170, SYNGENTA LAZURI, SYNGENTA MICHIGAN, LG 50635, LG50455, LG5555, Lidea Belsis, Lidea Emeric, Lidea Oasis висівали сівалкою Elvorti Vega 8 Profi з густотою стояння 50 000. Повторність трьохкратна, 40 м^2 облікова площа. Розміщення варіантів польових дослідів – систематичне. Агротехніка рекомендована для зони компаніями-виробниками гібридів. Врожайність визначали суцільним обмолотом, проводили структурний аналіз за 25 типовими рослинами.

Визначали такі показники якості як олійність (на приладі Infratec TM FOSS з модулем для соняшника), лушпинність. Визначали активність післядії гербіциду Євролайтінг (2 літри на гектар, 7 днів післядії) за аналізом ферментних систем (відбирали по 10 рослин з кожного повторення), проводили аналіз ферментів каталази (мкМоль розкладеного H_2O_2/г сирої речовини за 1 хв.), пероксидази, (мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв.), поліфенолоксидаза (мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої речовини за 1 хв.).

Результати досліджень. Вища активність досліджуваних ферментів була зафіксована на сьому добу польових досліджень, що, ймовірно, суттєво вплинуло на онтогенез гібридів соняшнику, не сприяючи їх росту та розвитку (таблиці 1-3).

Щодо дії гербіциду на активність каталази як фермента то в усіх випадках фіксувалося значиме перевищення контролю, але до суттєвих наслідків щодо життєдіяльності така дія призвести не могла. Суттєво нижчу активність у контролі показали гібриди селекції Лімагрейну, виділилися за активністю післядії гібриди Lidea Belsis та Lidea Oasis, трохи нижчою вона була у гібридів Лімагрейн та Lidea Emeric.

Щодо дії гербіциду на активність пероксидази як фермента то в усіх випадках фіксувалося значиме перевищення контролю, але до суттєвих наслідків щодо життєдіяльності така дія призвести не могла. Суттєво нижчу активність у контролі показали гібрид PIONER P64LP170, виділилися за активністю післядії гібриди селекції Лімагрейн та Сингента, нижчою вона була у гібрида PIONER P64LP170.

Фермент то в усіх випадках фіксувалося значиме перевищення контролю, але до суттєвих наслідків щодо життєдіяльності така дія призвести не могла. Суттєво вищу активність у контролі показали гібриди селекції Лімагрейн, виділилися за активністю післядії знов гібриди селекції Лімагрейн та гібрид PIONER P64LP170.

Зростання активності ферментних систем у листках соняшника при внесенні Євролайтингу, особливо у критичні фази розвитку гібридів, ймовірно, зумовлене підвищенням інтенсивності обмінних процесів, спрямованих на нейтралізацію негативного впливу гербіциду. Водночас реакція різних ферментних систем може бути

Таблиця 1

Реакція гібридів на внесення Євролайтингу (BASF) (x ± SD, n = 10). Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2/г сирої речовини за 1 хв.

Гібрид	Норма	Після обробки гербіцідами на 7-10 день
PIONER P64LP170	100,0 ± 3,9	154,2 ± 5,1*
SYNGENTA LAZURI	91,1 ± 4,0	154,1 ± 5,0*
SYNGENTA MICHIGAN	90,6 ± 3,3	157,1 ± 4,1*
LG 50635	81,2 ± 2,6	145,0 ± 3,5*
LG50455	82,6 ± 2,7	141,1 ± 3,1*
LG5555	85,0 ± 3,5	140,4 ± 3,0*
Lidea Belsis	109,4 ± 3,5	166,1 ± 5,7*
Lidea Emeric	111,2 ± 3,9	145,0 ± 5,0*
Lidea Oasis	107,9 ± 3,5	164,6 ± 5,2*

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

Таблиця 2

Реакція гібридів на внесення Євролайтингу (BASF) (x ± SD, n = 10). Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв.

Гібрид	Норма	Після обробки гербіцідами на 7-10 день
PIONER P64LP170	80,1 ± 2,5	130,5 ± 4,7*
SYNGENTA LAZURI	100,1 ± 4,0	143,1 ± 4,1*
SYNGENTA MICHIGAN	100,7 ± 3,3	142,2 ± 3,8*
LG 50635	93,2 ± 3,2	139,1 ± 3,6*
LG50455	90,4 ± 3,1	133,2 ± 3,4*
LG5555	92,1 ± 3,2	131,1 ± 3,3*
Lidea Belsis	89,2 ± 2,9	145,5 ± 4,1*
Lidea Emeric	87,7 ± 2,7	148,2 ± 4,2*
Lidea Oasis	88,7 ± 2,7	144,9 ± 4,0*

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

Таблиця 3

Реакція гібридів на внесення Євролайтингу (BASF) (x ± SD, n = 10). Поліфенолоксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирої речовини за 1 хв.

Гібрид	Норма	Після обробки гербіцідами на 7-10 день
PIONER P64LP170	30,3 ± 2,0	58,1 ± 4,1*
SYNGENTA LAZURI	32,0 ± 3,0	54,1 ± 4,2*
SYNGENTA MICHIGAN	30,5 ± 3,0	54,3 ± 3,8*
LG 50635	36,7 ± 3,2	61,8 ± 3,3*
LG50455	39,5 ± 3,7	60,4 ± 3,9*
LG5555	40,1 ± 3,7	67,2 ± 3,6*
Lidea Belsis	28,1 ± 2,3	50,2 ± 4,2*
Lidea Emeric	29,3 ± 2,7	51,1 ± 4,5*
Lidea Oasis	28,7 ± 2,2	50,9 ± 4,0*

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

варіативною та не завжди статистично достовірною порівняно з контролем (гібридом, обробленим водою без гербіциду). Вищу активність переважно демонструють гібриди селекції Лімагрейн, нестабільним був гібрид PIONER P64LP170, інші займали проміжне положення, гібриди Лідеа показали суттєві відмінності за активністю каталази як фермента.

Як показав факторний аналіз (таблиця 4) на врожайність впливали два фактори – кліматичні умови року ($F=8,17$; $F_{0,05}=5,90$; $P = 0,02$) та генотип гібриду ($F=18,74$; $F_{0,05}=4,85$; $P = 0,001$). Порівняльне випробування показало, що гібрид Lidea Oasis та Syngents Michigan переважали за врожайністю, їм незначно поступався, займаючи проміжне положення гібрид LG 50455 та Singenta Lazuri.

Важливим питанням залишається за рахунок яких саме параметрів відбулося підвищення врожайності. Згідно з попередніми дослідженнями, ключовими показниками є діаметр кошика, маса насіння з одного кошику, маса 1000 насінин (таблиця 5). Згідно з факторним аналізом не було суттєвої різниці між гібридами за діаметром кошика, значимо вищий у гібридів селекції Сингенти.

Таблиця 4

Результати екологічного випробування гібридів соняшнику за врожайністю (x ± SD, n = 3)

Гібрид	Урожайність, т/га			
	2022	2023	2024	Середня
PIONER P64LP170	4,38± 0,11[a]	3,94± 0,11[a]	4,27± 0,11[a]	4,20± 0,11[a]
Lidea Emeric	4,24± 0,11[a]	4,13± 0,11[a]	4,15± 0,11[a]	4,18± 0,11[a]
Lidea Oasis	4,79± 0,11[b]	4,67± 0,11[b]	4,69± 0,11[b]	4,71± 0,11[b]
Lidea Belfis	4,47± 0,11[a]	4,36± 0,11[c]	4,38± 0,11[a]	4,40± 0,11[a]
LG 50635	4,55± 0,11[a]	4,40± 0,11[c]	4,39± 0,11[a]	4,45± 0,11[a]
LG 5555	4,30± 0,11[a]	4,19± 0,11[a]	4,21± 0,11[a]	4,23± 0,11[a]
LG 50455	4,45± 0,11[a]	4,80± 0,11[b]	4,26± 0,11[a]	4,50± 0,11[bc]
Syngents Michigan	4,89± 0,11[b]	4,67± 0,11[b]	4,60± 0,11[b]	4,72± 0,11[b]
Singenta Lazuri	4,56± 0,11[a]	4,44± 0,11[c]	4,46± 0,11[ab]	4,49± 0,11[bc]

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

Таблиця 5

Результати аналізу структури врожайності гібридів соняшнику за агроекологічної оцінки (x ± SD, n = 25)

Гібрид	Діаметр кошика, см	Маса насіння з одного кошика, г	Маса 1000 насінин, г
PIONER P64CP130	11,6± 0,13[a]	99,2± 0,71[a]	64,4± 0,71[a]
PIONER P64LP170	11,5± 0,13[a]	94,2± 0,71[b]	62,4± 0,71[b]
KWS Biloba	11,5± 0,13[a]	89,2± 0,71[c]	59,4± 0,71[c]
Lidea Emeric	11,3± 0,13[a]	84,2± 0,71[d]	59,4± 0,71[c]
Lidea Oasis	11,8± 0,13[ab]	99,2± 0,71[a]	64,4± 0,71[a]
Lidea Belfis	11,6± 0,23[a]	89,2± 0,71[c]	62,4± 0,71[b]
LG 50635	11,6± 0,23[a]	91,2± 0,71[bc]	61,4± 0,71[bc]
LG 5555	11,4± 0,23[a]	86,2± 0,71[e]	59,4± 0,71[c]
LG 50455	11,6± 0,23[a]	91,2± 0,71[bc]	61,4± 0,71[bc]
Syngenta РОЗЕТА	11,9± 0,23[b]	92,2± 0,71[b]	61,4± 0,71[bc]
Syngents Michigan	12,1± 0,23[b]	94,2± 0,71[b]	62,4± 0,71[b]
CV, %	2,11	7,71	5,12

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

Таблиця 6

Аналіз якості у гібридів соняшнику (x ± SD, n = 3)

Гібрид	Лушпинність насіння соняшнику,%	Олійність,%
PIONER P64LP170	25,5± 0,19[a]	50,96±0,56[a]
Lidea Emeric	28± 0,19[b]	48,94±0,56[b]
Lidea Oasis	25,5± 0,19[a]	50,93±0,56[a]
Lidea Belfis	27± 0,19[b]	49,8±0,56[ab]
LG 50635	27,5± 0,19[b]	48,25±0,56[b]
LG 5555	28± 0,19[b]	48,61±0,56[b]
LG 50455	27,5± 0,19[b]	50,09±0,56[ab]
Syngents Michigan	27,5± 0,19[b]	49,57±0,56[ab]
Singenta Lazuri	27,5± 0,19[b]	52,09±0,56[c]
CV, %	2,23	4,32

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

Щодо маси насіння з одного кошику, то переважали гібриди PIONER P64CP130 та Lidea Oasis (F=9,21; $F_{0,05}$=5,05; P = 0,005), інші гібриди значно поступалися. За масою масою 1000 насінин переважали гібриди PIONER P64CP130 та Lidea Oasis знов. Таким чином, високу врожайність у гібриду Lidea Oasis визначає вища маса насіння з одного кошику та маса тисячі насінин, щодо другого гібриду Syngents Michigan обумовлено вищим діаметром кошика у порівнянні з середніми іншими показниками. Параметр діаметра кошика відносився до низьковаріативних, інші да до середньоваріативних.

Вагоме значення має також вихід олії та лушпинність у гібридів соняшнику (таблиця 6), аналіз котрих був проведений у рамках дослідження. Як показав факторний аналіз (таблиця 4) на ці показники не впливали

кліматичні умови року (F=4,17; $F_{0,05}$=5,90; P = 0,07), але впливав генотип гібриду (F=12,14; $F_{0,05}$=4,85; P = 0,007).

За лушпинністю виділилися з нижчою гібриди PIONER P64LP170 та Lidea Oasis (F=7,18; $F_{0,05}$=5,05; P = 0,02), за олійністю позитивно гібрид Singenta Lazuri (F=8,32; $F_{0,05}$=5,05; P = 0,01), котрий можна вважати джерелом високої якості. Більш врожайні гібриди Lidea Oasis та Syngents Michigan мали задовільну якість на рівні інших. Варіація за показниками низька.

Висновки. Вищу активність післядії Євролайтингу переважно демонструють гібриди селекції Лімагрейн, нестабільним був гібрид PIONER P64LP170. В цілому реєструється післядія у підвищенні активності ферментів для усіх гібридів, але значимість її недостатня для негативного впливу на онтогенез. Гібриди Lidea Oasis та Syngents Michigan переважали за врожайністю, що було обумовлено різними показниками, у випадку Lidea Oasis вищою масою насіння з кошика та вищою масою 1000 насінин, Syngents Michigan за рахунок діаметра кошика у порівнянні з середніми іншими показниками. Переважна більшість господарсько-цінних параметрів була низьковаріативними, параметри якості є виключно низьковаріативними. До середньоваріативнизх відносилися маса насіння з кошика та вища маса 1000 насінин. За якістю перевагу показав гібрид Singenta Lazuri, котрий незначно поступався кращим формам за врожайністю та теж може бути рекомендованим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Abdel-Rahem M., Hassan T., Zahran H. Heterosis for seed, oil yield and quality of some different hybrids sunflower. *Oilseeds Fats Crops Lipids*. 2021. 28. P. 25–37.
2. Chekhova I. Sunflower is the main oil crop in Ukraine. Helia. 2022. 45(77). P. 167–174.
3. Domaratskiy E., Bazaliy V., Domaratskiy O., Dobrovol'skiy A., Kyrychenko N., Kozlova O. Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 2018. 45(1). P. 126–129.
4. Duca M., Port A., Burcovschi I., Joiţa-Păcureanu M., Dan M. Environmental response in sunflower hybrids: a multivariate approach. Romanian Agriculture Research. 2022. 39. P. 1–14.
5. Duca M., Mutu A., Port A., Clapco S. Genotype-environment interaction in the variability of yield associated indices under stress conditions in sunflower. *Helia*. 46(79). 2023. P. 201–214.
6. Ghaffari M., Shariati F. Genetic analysis of sunflower fatty acids under optimum and water stressed conditions. *Helia*. 2023. 46(78). P. 123–142.
7. Gamajunova V., Kuvshinova A., Kudrina V., Sydiakina O. Influence of biologics on water consumption of winter barley andsunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. 2020. 6(42). P. 149–176.
8. Nedealcov M., Duca, M., Dencicov, L. Sunflower's productivity in the context of climatic changes on Republic of Moldova's territory. *Helia*. 2017. 40. P. 115–132.
9. Sydiakina O., Ivaniv M. Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helia*, 46(79). 2023. P. 245–259.
10. Vasylkovska, K., Andriienko, O., Malakhovska V., Moroz O. Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. *Helia*. 2022. 45(77). P. 175–189.

REFERENCES:

1. Abdel-Rahem M., Hassan T., Zahran H. (2021). Heterosis for seed, oil yield and quality of some different hybrids sunflower. *Oilseeds Fats Crops Lipids*. 28. 25–37.
2. Chekhova I. (2022). Sunflower is the main oil crop in Ukraine. Helia. 45(77). 167–174.
3. Domaratskiy E., Bazaliy V., Domaratskiy O., Dobrovol'skiy A., Kyrychenko N., Kozlova O. (2018). Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 45(1). 126–129.
4. Duca M., Port A., Burcovschi I., Joiţa-Păcureanu M., Dan M. (2022). Environmental response in sunflower hybrids: a multivariate approach. Romanian Agriculture Research. 39. 1–14.
5. Duca M., Mutu A., Port A., Clapco S. (2023). Genotype-environment interaction in the variability of yield associated indices under stress conditions in sunflower. *Helia*. 46(79). 201–214.
6. Ghaffari M., Shariati F. Genetic analysis of sunflower fatty acids under optimum and water stressed conditions. *Helia*. 46(78). 2023, P. 123–142.
7. Gamajunova V., Kuvshinova A., Kudrina V., Sydiakina O. (2020). Influence of biologics on water consumption of winter barley andsunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. 6(42). 149–176.
8. Nedealcov M., Duca, M., Dencicov, L. (2017). Sunflower's productivity in the context of climatic changes on Republic of Moldova's territory. *Helia*. 40. 115–132.
9. Sydiakina O., Ivaniv M. (2023). Sunflower hybrids productivity depending on the rates of mineral fertilizers in the south of Ukraine. *Helia*, 46(79). 245–259.
10. Vasylkovska, K., Andriienko, O., Malakhovska V., Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. *Helia*. 45 (77). 175–189.

Жила П.А., Назаренко М.М. Особливості формування продуктивності сучасних гібридів соняшнику у зоні нестійкого зволоження

Сортова компонента відіграє важливу роль у підвищенні врожайності та якості соняшнику, оскільки приблизно 30-40% дисперсії за врожайністю залежить від впровадження нових гібридів. Навіть у межах однієї культури та біолого-морфологічної групи різні гібриди демонструють різну реакцію на фактори зовнішнього середовища. **Мета.** Метою було вивчити особливості формування продуктивності у сучасних гібридів соняшнику, виявити ключові моменти у прояві господарчо-цінних ознак в зоні нестійкого зволоження. **Методи:** Вивчали дев'ять гібридів PIONER P64LP170, SYNGENTA LAZURI, SYNGENTA MICHIGAN, LG 50635, LG50455, LG5555, Lidea Belsis, Lidea Emeric, Lidea Oasis. Врожайність визначали суцільним обмолотом, проводили структурний аналіз за 25 типовими рослинами. Визначали показники активності ферментних

систем як післядію Євролайтингу. **Результати.** Зростання активності ферментних систем у листках соняшника при внесенні Євролайтингу, особливо у критичні фази розвитку гібридів, ймовірно, зумовлене підвищенням інтенсивності обмінних процесів, спрямованих на нейтралізацію негативного впливу гербіциду. Водночас реакція різних ферментних систем може бути варіативною та не завжди статистично достовірною порівняно з контролем (гібридом, обробленим водою без гербіциду). Вищу активність переважно демонструють гібриди селекції Лімагрейн, нестабільним був гібрид PIONER P64LP170, інші займали проміжне положення, гібриди Лідеа показали суттєві відмінності за активністю каталази як фермента. На врожайність впливали два фактори – кліматичні умови року та генотип гібриду. Порівняльне випробування показало, що гібрид Lidea Oasis та Syngents Michigan переважали за врожайністю, їм незначно поступався, займаючи проміжне положення гібрид LG 50455 та Singenta Lazuri. Високу врожайність у гібриду Lidea Oasis визначає вища маса насіння з одного кошику та маса тисячі насінин, щодо другого гібриду Syngents Michigan обумовлено вищим діаметром кошика у порівнянні з середніми іншими показниками. За лушпинністю виділилися з нижчою гібриди PIONER P64LP170 та Lidea Oasis, за олійністю позитивно гібрид Singenta Lazuri, котрий можна вважати джерелом високої якості. **Висновки.** Вищу активність ферментних систем переважно демонструють гібриди селекції Лімагрейн, нестабільним був гібрид PIONER P64LP170, але значимість її недостатня для негативного впливу на онтогенез. Гібриди Lidea Oasis та Syngents Michigan переважали за врожайністю, що було обумовлено різними показниками вищою масою насіння з кошика та вищою масою 1000 насінин та за рахунок діаметра кошика у порівнянні з середніми іншими показниками. За якістю перевагу показав гібрид Singenta Lazuri, котрий незначно поступався кращим формам за врожайністю.

Ключові слова: соняшник, гібрид, врожайність, агроекологічна оцінка, якість насіння.

Zhyla P.A., Nazarenko M.M. Peularities of the formation of modern sunflower hybrids productivity in the zone of unstable moisture

The varietal component plays an important role in increasing the yield and quality of sunflower, since approximately 30-40% of the variance in yield depends on the introduction of new hybrids. Even within the same crop and biological-morphological group, different hybrids demonstrate different responses to environmental factors. **Purpose.** The aim was to study the features of productivity formation in modern sunflower hybrids, to identify key moments in the manifestation of economically valuable traits in the zone of unstable moisture. **Methods:** Nine hybrids were studied: PIONER P64LP170, SYNGENTA LAZURI, SYNGENTA MICHIGAN, LG 50635, LG50455, LG5555, Lidea Belsis, Lidea Emeric, Lidea Oasis. Yield was determined by continuous threshing, structural analysis was performed on 25 typical plants. Activity indicators of enzyme systems were determined as an aftereffect of Eurolighting. **Results.** The increase in the activity of enzyme systems in sunflower leaves when applying Eurolighting, especially in critical phases of hybrid development, is probably due to an increase in the intensity of metabolic processes aimed at neutralizing the negative impact of the herbicide. At the same time, the reaction of different enzyme systems may be variable and not always statistically significant compared to the control (hybrid treated with water without herbicide). The highest activity is mainly demonstrated by hybrids of the Limagrain selection, the PIONER P64LP170 hybrid was unstable, the others occupied an intermediate position, the Lidea hybrids showed significant differences in the activity of catalase as an enzyme. The yield was influenced by two factors – the climatic conditions of the year and the genotype of the hybrid. A comparative test showed that the Lidea Oasis and Syngents Michigan hybrids prevailed in terms of yield, and the LG 50455 and Singenta Lazuri hybrids were slightly inferior to them, occupying an intermediate position. The high yield of the Lidea Oasis hybrid is determined by the higher mass of seeds from one basket and the mass of a thousand seeds, while the second hybrid Syngents Michigan is due to the higher diameter of the basket compared to the average other indicators. In terms of huskiness, the PIONER P64LP170 and Lidea Oasis hybrids stood out from the lower ones, and in terms of oiliness, the Singenta Lazuri hybrid was positive, which can be considered a source of high quality. **Findings.** The highest activity of enzyme systems is mainly demonstrated by hybrids of Limagrain selection, the PIONER P64LP170 hybrid was unstable, but its significance is insufficient for a negative impact on ontogenesis. The Lidea Oasis and Syngents Michigan hybrids prevailed in terms of yield, which was due to different indicators of higher seed weight per basket and higher weight of 1000 seeds and due to the diameter of the basket compared to the average other indicators. In terms of quality, the Singenta Lazuri hybrid showed superiority, which was slightly inferior to the best forms in terms of yield.

Key words: sunflower, hybrid, yield, agroecological evaluation, seed quality.

УДК 633.174:631.5 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.9

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ КАРБАМІД-АМІАЧНОЇ СУМІШІ В АГРОЦЕНОЗАХ СОРГО ЦУКРОВОГО

ЗАЄЦЬ С.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0001-7853-7922
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
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
ВАСИЛЕНКО Р.М. – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0009-0000-1903-4444
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В Україні спостерігається тенденція до збільшення території із недостатньою кількістю опадів у вегетаційний період. Клімат вже став більш посушливим на всій території країни. Стрімке зростання теплових ресурсів при майже незмінній кількості опадів, як річних, так і весняно-літнього періоду, призводить до збільшення повторюваності посух та поширення їх у західні та північні природно-кліматичні зони. Останніми роками посухи спостерігалися на територіях, на яких їх раніше не було [1].

Сільськогосподарське виробництво в посушливій зоні південного Степу потребує більшої кількості якісної рослинницької продукції. Проте галузь землеробства в південному регіоні проводиться у важких ґрунтово-кліматичних умовах із кількістю опадів менше ніж 350 мм.

В умовах зростання посушливості клімату південного Степу України та нестабільності за роками виробництва рослинницької продукції важливим напрямком підвищення продуктивності ріллі є вирощування посухостійких культур і вдосконалення технологічних прийомів, спрямованих на створення високопродуктивних агроценозів [2, 3].

Культурою, що здатна протистояти високим температурним режимам і тривалим посухам є сорго цукрове [4, 5, 6]. У цій зоні дана культура, завдяки високій посухостійкості, малим вимогам до ґрунтів, добрій чутливості до зрошення та високим урожаям, може вирощуватися як культура універсального використання [7, 8, 9]. Ця культура за біологічними особливостями здатна в короткий проміжок часу формувати високий врожай зеленої маси та бути сировиною для одержання продукції як кормового спрямування, так і технічного використання [10, 11, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Агротехнологічні основи вирощування соргових культур в Україні, у т. ч. і для зони Степу, розробляли такі відомі вчені: Калашник М.С., Олексенко Ю.Ф., Щербаков В.Я., Шепель М.А., Заварзін А.І., Краснєнков С.В. та інші. В останньому десятиріччі, у зв'язку із зростанням посушливості клімату та проблемою продовольчої безпеки країни, переглядаються традиційні підходи до вирощування польових культур у різних регіонах України. Тому питання щодо вивчення можливостей культури сорго в екстремальних кліматичних умовах стоїть дедалі гостріше. І, саме ця проблема на сьогоднішні не повністю вирішена.

Окремими елементами технології вирощування соргових культур займалися й зарубіжні вчені: Bildirici M. E., Turhollow A., Perlack R., Eaton L., Zegada-Lizarazu W., Monti A., та інші.

Однак, стосовно ґрунтових особливостей, біологічного потенціалу польових культур, змін кліматичних умов та місця в сівозміні, ці питання у комплексі вирішується вперше. Тому одним із найважливіших завдань експериментальних досліджень є збільшення виробництва сорго для забезпечення якісних кормів з одиниці площі залежно від зональних умов Степу України, його потенціалу і можливостей.

Використання рослинної сировини із сорго цукрового для зазначених цілей, головним чином, залежить від наявності соковитих стебел з високим вмістом цукрів. Нині найкращі селекційні зразки даної культури містять у клітинному соку стебел до 20%, а іноді й більше цукрів. Також, завдяки впровадженню сорго цукрового у виробництво та ефективному використанню біокліматичного потенціалу регіону, можливо суттєво збільшити й виробництво кормів [13, 14].

Найважливішим джерелом гарантованого вирощування рослинницької продукції в умовах південного Степу України є зрошувані землі, на яких мають застосовуватися науково обґрунтовані, системні підходи у вирощуванні сорго [15, 16].

Для вирощування сорго придатні усі типи ґрунтів, незалежно від їх механічного складу. За даними Домарацького Є.О. та ін. [17] встановлено, що сорго може бути меліоративною культурою для солончаків, оскільки є солевитривалим і на засолених ґрунтах з врожаєм зеленої маси виносить велику кількість солей.

За твердженням Федорчук М.І. [8] південний Степ України має високий еколого-економічний потенціал для розвитку біоенергетичної галузі як важливого компоненту народно-господарського комплексу з високим економічним потенціалом як в середині держави, так і на світових ринках альтернативних видів палива.

Впровадження прогресивних технологій вирощування сорго важливо не тільки в агрономічному аспекті, а й з точки зору економіки. Економічна ефективність вирощування цукрового сорго значною мірою залежить від агротехнічних прийомів вирощування, зокрема системі живлення [18, 19]. Тому дослідження строків внесення азотних добрив з метою економії виробничих витрат при вирощуванні цукрового сорго, є актуальними.

Мета статті. Узагальнення експериментального матеріалу щодо обґрунтування продуктивності сорго на кормову масу, а також вихід цукрів з одиниці площі залежно від строків підживлення азотними добривами на зрошуваних і неполивних землях.

Матеріали та методика досліджень. Для виконання поставленого завдання щодо збільшення виробництва якісних кормів з одиниці площі, в Інституті зрошуваного землеробства (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства) НААН продовж 2014–2016 рр. проводились експериментальні дослідження з ефективності вирощування цукрового сорго в південному Степу. Спосіб сівби культури – широкорядний із міжряддями 70 см. Висівали сорго в третій декаді квітня як за неполивних умов, так і на зрошенні. У дослідженнях вивчали сорт Силосний 42 і гібрид Довіста. На варіантах зі строками внесення добрив використовували мінеральне добриво КАС (карбамідно-аміачну суміш) дозою N_{40}, яку вносили у фазу: 4–5 листків; 8–10 листків і 15 листків відповідно до схеми досліду. Повторність у дослідах чотириразова. На зрошуваних ділянках проводились вегетаційні поливи зрошуваною нормою 1800–2000 м³/га. Дослід закладався методом розщеплених ділянок. Загальна посівна площа облікової ділянки складала 20 м².

Результати досліджень. Слід відзначити, що поряд з підвищенням середньодобової температури повітря в південній частині зони Степу останніми роками стало спостерігатися також і зниження кількості атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду сорго. Аналіз динаміки атмосферних опадів, які випадали протягом вегетаційного періоду 2011–2020 рр., свідчить, що, порівняно з середньою багаторічною за 1945–2010 рр., їх кількість була істотно нижчою, залежно від року забезпеченості опадами, яка досягала 17,2–78,5 мм [20].

Якщо посухи впродовж 400-х років у XI–XIV ст. виникали лише 8 разів, XVII–XVIII – 17, XIX – 20, то в XX ст. їх кількість зросла до 30. Тому нині водні ресурси степової зони України характеризуються як вкрай недостатні, дефіцит вологозабезпеченості сільськогосподарських культур протягом останніх років (2018–2020 рр.) на прикладі Херсонської області становить 783,9–811,5 мм проти 487,4 мм у середньому за 65 років (1945–2010 рр.) (рис. 1).

В результаті проведених досліджень встановлено, що висота рослин у період збирання силосної маси (фаза наливу зерна) за неполивних умов становила від 193 до 239 см. Найбільшою вона була у гібрида Довіста з площею листкової поверхні 39,2–47,0 тис. м²/га. В умовах природного зволоження сорт Силосний 42 за висотою рослин поступався на 11,7 %. Площа ж листкової поверхні якого становила 34,8–43,5 тис. м²/га.

Встановлено, що за зрошення, висота рослин була найбільшою у гібрида Довіста, яка становила від 263 до 322 см, а в сорту Силосний 42 нижча на 19,0–23,8 %. За цих умов найбільша площа листкової поверхні 57,1 тис. м²/га становила у гібрида Довіста.

За визначення впливу мінерального підживлення за фазами розвитку рослин сорго на рівень

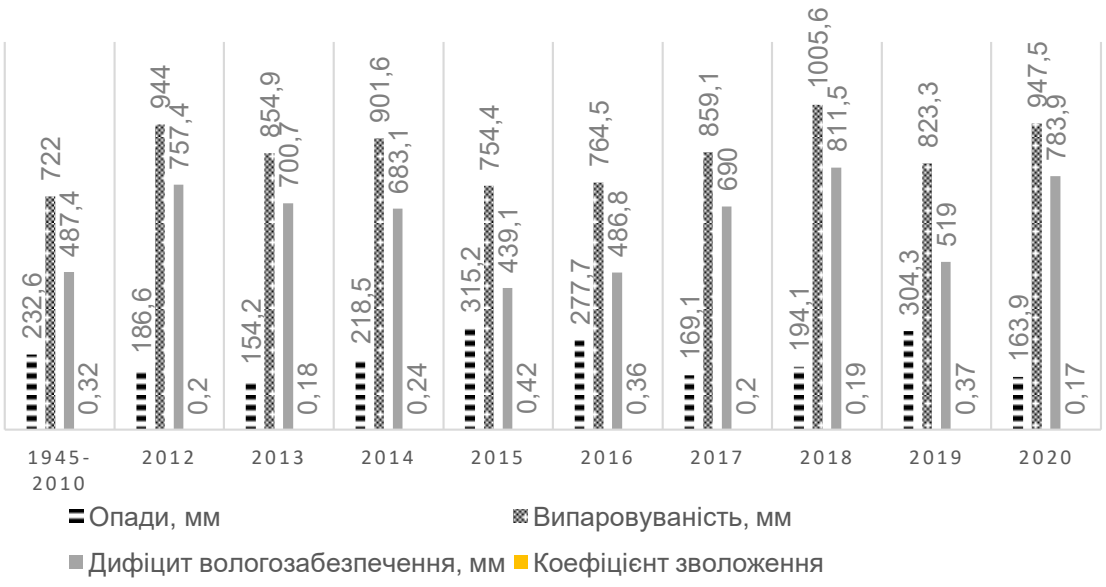


Рис. 1. Кліматичні умови упродовж вегетаційного періоду (квітень–вересень) у південному Степу України

Джерело: за даними метеорологічної станції м. Херсона

продуктивності силосної маси встановлено, що в неполивних умовах найвищу врожайність у середньому за 2014–2016 роки – 47,9 т/га сформував гібрид Довіста за підживлення N_{40} під час настання більш ранньої фази 4–5 листків. На цьому варіанті було зібрано найбільшу кількість сухої речовини – 14,8 т/га з виходом 11,6 т/га кормових одиниць (к.о.), 0,46 т/га перетравного протеїну (п.п.) (табл. 1).

Слід зазначити, що сорт Силосний 42 у неполивних умовах поступався гібриду Довіста за врожайністю на 16,2–41,1 %, а кращим був варіант за підживлення азотним добривом у фазу 4–5 листків. Зрошення забезпечило збільшення врожаю силосної маси гібрида Довіста в середньому в 1,7 рази, а сорту Силосний 42 – в 1,5 рази.

Таким чином, за умов додаткового зрошення гібрид Довіста був більш продуктивним з урожайністю 60,3–84,0 т/га, а сорт Силосний 42 поступався йому на 22,4–33,2 %. За зрошення на варіантах зі строками внесення азотних добрив найбільш продуктивним виявилося підживлення у фазу 4–5 листків. За цих умов найбільша продуктивність силосної маси була у гібрида Довіста, яка становила 22,9 т/га сухої речовини з виходом кормових одиниць – 18,5 т/га і перетравного протеїну – 0,74 т/га.

У середньому за 2014–2016 роки підживлення азотними добривами N_{40} на час настання фази 4–5 листків забезпечило збільшення врожаю силосної маси порівняно з контролем (без підживлення) у сорту Силосний 42 за неполивних умов на 57,3 % і за зрошення на 47,4 %, а гібриду Довіста – на 34,2 і 39,3 %, відповідно. За підживлення в наступні фази вегетації рослин сорго відзначалося поступове зниження продуктивності силосної маси.

Частка впливу досліджуваних чинників у середньому за 2014–2016 роки була такою: чинник А – 27,0 %, чинник В – 35,2 %, чинник С – 29,4 %, взаємодія чинників АВ – 6,3 %, а АС, ВС і АВС була малоістотною – 0,1–0,9 %. Отже, в середньому за роки проведення досліджень, більший вплив на збирання сухої речовини цукрового сорго мав добір сортового та гібридного складу, потім підживлення карбамід-аміачною сумішшю (КАС) та умови зволоження.

Стебло цукрового сорго є основним органом, у тканинах якого накопичується цукор. Отже, від маси стебел і вмісту в них цукру залежить вихід продукції з одиниці площі. Дослідженнями встановлено, що вміст цукрів в рослинах є сортовою ознакою культури (табл. 2).

Встановлено, що за неполивних умов найбільший вміст цукрів 9,6–12,8 % накопичив сорт Силосний 42 з найбільшим показником за підживлення КАС дозою N_{40} у фазу 4–5 листків. Звертає на себе увагу зменшення вмісту цукрів за підживлення мінеральним добривом в інші, пізніші фази розвитку рослин як у сорту Силосний 42, так і гібрида Довіста.

Така залежність відзначалася і на зрошуваних ділянках. Проте гібрид Довіста виявився найбільш чутливим до зрошення і забезпечив найбільший вміст цукрів 12,6–15,6 %. За цих умов сорт Силосний 42 поступався за вмістом цукрів на 11,6–14,4 %, з урожайністю стебел до 46,8 т/га та виходом цукру 3,9–6,7 т/га. Таким чином, гібрид Довіста на зрошуваному масиві забезпечував

Таблиця 1

Продуктивність сорго цукрового залежно від умов зволоження та мінерального живлення (2014–2016 рр.)

Сорт/гібрид (В)	Мінеральне живлення (С)	Урожай-ність силосной маси, т/га	Збір сухої речовин, т/га	Вихід п.п., т/га	Вихід к. о., т/га
Без зрошення (А)					
Силосне 42	Без живлення	25,3	7,3	0,18	5,8
	N_{40} (в ф.4–5л.)	39,8	12,4	0,37	10,3
	N_{40} (в ф.8–10л.)	33,4	10,1	0,31	8,3
	N_{40} (в ф.15л.)	30,4	9,0	0,26	7,5
Довіста (F1)	Без живлення	35,7	10,5	0,28	8,3
	N_{40} (в ф.4–5л.)	47,9	14,8	0,46	11,6
	N_{40} (в ф.8–10л.)	42,3	13,0	0,39	10,0
	N_{40} (в ф.15л.)	38,8	11,4	0,32	8,7
На зрошенні (А)					
Силосне 42	Без живлення	40,3	9,1	0,32	7,0
	N_{40} (в ф.4–5л.)	59,4	14,5	0,52	11,6
	N_{40} (в ф.8–10л.)	52,8	12,6	0,43	10,1
	N_{40} (в ф.15л.)	47,2	11,1	0,38	8,8
Довіста (F1)	Без живлення	60,3	14,8	0,43	11,5
	N_{40} (в ф.4–5л.)	84,0	22,9	0,74	18,5
	N_{40} (в ф.8–10л.)	77,1	19,3	0,60	15,0
	N_{40} (в ф.15л.)	68,1	16,6	0,52	12,3
$НІР_{05}$	А В С	0,55 0,82 1,06	0,14 0,19 0,16		

Таблиця 2

Господарсько цінні ознаки сорго цукрового залежно від умов зволоження та мінерального живлення (2014–2016 рр.)

Сорт/ гібрид (В)	Мінеральне живлення (С)	Вміст цукрів в стеблах, %	Стебел в структурі врожаю, %	Вага стебел з 1 га, т	Вихід цукрів з 1 га, т
Без зрошення (А)					
Силосне 42	Без живлення	9,6	81,2	20,6	2,0
	N_{40} (в ф.4-5л.)	12,8	75,4	30,0	3,8
	N_{40} (в ф.8-10л.)	12,3	77,7	26,0	3,2
	N_{40} (в ф.15л.)	10,4	79,3	24,1	2,5
Довіста (F1)	Без живлення	9,6	80,3	28,6	2,7
	N_{40} (в ф.4-5л.)	10,6	73,9	35,4	3,7
	N_{40} (в ф.8-10л.)	10,2	75,0	31,8	3,2
	N_{40} (в ф.15л.)	9,8	77,5	30,1	2,9
На зрошенні (А)					
Силосне 42	Без живлення	11,6	84,4	34,0	3,9
	N_{40} (в ф.4-5л.)	14,4	78,7	46,8	6,7
	N_{40} (в ф.8-10л.)	13,9	81,1	42,8	6,0
	N_{40} (в ф.15л.)	11,9	82,6	39,0	4,6
Довіста (F1)	Без живлення	12,6	83,0	50,1	6,3
	N_{40} (в ф.4-5л.)	15,6	76,1	63,9	10,0
	N_{40} (в ф.8-10л.)	14,9	78,3	60,4	9,0
	N_{40} (в ф.15л.)	14,1	80,2	54,6	7,7
V, %		16,5	3,8	34,1	50,0

максимальний рівень урожайності стебел до 63,9 т/га і виходу цукру з гектара 10 т.

Висновки. Таким чином, культура цукрового сорго є перспективною як для неполивних умов, так і для зрошення. Найбільшу продуктивність зеленого корму на силос забезпечує гібрид Довіста, У зрошуваних умовах вихід кормових одиниць становить 18,5 т/га, а у неполивних умовах – 11,6 т/га за підживлення рідким мінеральним добривом КАС дозою N_{40} у фазу 4–5 листків. Зрошення забезпечило збільшення вмісту цукрів у стеблах рослини до 15,6 % у гібрида Довіста, а за природного зволоження у сорту Силосний 42 – до 12,8 %. Гібрид Довіста на зрошуваному масиві виявився найбільш продуктивним, як за кормовою ознакою, так і за збором цукрів з одиниці площі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 2019. 36 с.
2. Holoborod'ko S., Dymov O., Zaiets S., Kokovikhin S., Boiarkina L. Natural fodder lands of Ukrainian steppe zone: current state and main ways of productivity restoration. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. Vol. 22, Issue 2, 2022. P. 391-400. http://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_2/volume_22_2_2022.pdf
3. Vozhehova R., Zaiets S., Rudik O. et al. Formation phytocenosis of winter darley (*Hordeum vulgare* L.) depending on hydrothermal conditions of the autumn period and agricultural technological measure. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 2022. Vol. 22, Issue 4. Pp. 817-826 https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_4/volume_22_4_2022.pdf
4. Borrell A., van Oosterom E., George-Jaeggli B. et al. Sorghum. In Crop physiology case histories for major crops. *Academic Press*. 2021. Pp. 196-221. DOI: 10.12691/ajmr-12-6-2
5. Hossain M. S., Islam M. N., Rahman M. M. et al. Sorghum: A prospective crop for climatic vulnerability, food and nutritional security. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022. № 8. Doi:10.1016/j.jafr.2022.100300100300
6. Малярчук В. Продуктивність сорго зернового та агрофізичні властивості грунту за різних способів обробітку і доз азотних добрив. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України.* 2023. № 33 (47). С. 132-139. DOI: 10.31473/2305-5987-2023-2-33(47)-12
7. Бойко М. О. Сорго як харчовий продукт: перспективи та нові можливості. *Таврійський науковий вісник.* Серія: Сільськогосподарські науки. 2024. Вип.138. С. 15-21. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.138.2
8. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навчальний посібник / Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М. та ін. Херсон, 2017. 160 с. ISBN 966-7403-76-9.
9. Ricaud R.B., Cochran B., Arceneaux A. et al. Sweet sorgum for sugar and biomass production in Louisiana. Manuscript report from the St. Gabriel Experiment Station, 1979. 264 p.
10. Вожегова Р. А., Заєць С. О., Василенко Р. М. Ресурсозберігаючі технології вирощування кормових

культур в умовах півдня України: науково-практичні рекомендації. Херсон, 2015. 28 с.
11. Герасименко Л. А. Вплив строків та глибини загортання насіння на фотосинтетичну продуктивність посівів сорго цукрового. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин.* 2014. № 4. С. 73-77.
12. Макаров Л. Х. Соргові культури: монографія. Херсон: Айлант, 2006. 264 с.
13. Грабовський М. Б., Грабовська Т. О., Козак Т. О. Формування продуктивності сорго цукрового під впливом строків сівби. *Ukrainian Journal of Ekology.* 2017. № 7(4). С. 500-504.
14. Троценко В. І., Глупак З. І. Продуктивність сортів та гібридів сорго цукрового в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2014. № 9(28). С. 127-129.
15. Малярчук М. П., Лужанський І. Ю., Марковська О. Є. Продуктивність сорго зернового за різних систем основної обробки ґрунту та удобрення в сівозміні на зрошенні. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 105. С. 210-217.
16. Продуктивність просапної сівозміни за різних систем основного обробітку й удобрення в умовах зрошення півдня України / Малярчук М. П., Грановська Л. М., Писаренко П. В., Малярчук А. С., Томницький А. В. *Вісник Сумського національного аграрного університету: серія «Агрономія і біологія»*. 2021. № 46 (4). С. 33-41. DOI: 10.32845/agrobio.2021.4.5
17. Агробіологічне обґрунтування вирощування зернових культур в зоні Степу за умов кліматичних змін: монографія / Домарацький Є. О., Базалій В. В., Бойко М. О., Пічура В. І. Херсон: Олді-Плюс, 2018. 334 с. http://dspace.mnau.edu. ua/jspui/handle/123456789/15095
18. Luzhansky I. Productivity of grain sorghum by various methods and depth of the main tillage and doses of nitrogen fertilizers in the South of Ukraine. *Danish Scientific Journal (DS).* Copenhagen Denmark, 2021. No 46. Pp. 27-28.
19. Ramadhan M., Muhsin S. Evaluation of the Response of Sorghum to Tillage Systems and Nitrogen Fertilization. *International Journal of Agronomy.* 2021. Vol. 2021. Issue 1. DOI: 10.1155/2021/6614962
20. Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Димов О. М. Агробіологічні основи відтворення родючості деградованих земель у південному Степу України: монографія. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. 282 с. ISBN 978-966-289-456-1

REFERENCES:

1. Adamenko, T. (2019). Zmina klimatu ta silske hospodarstvo v Ukraini: shcho varto znaty fermeram? Nimetsko-ukrainskyi ahropolitychnyi dialoh [Climate change and agriculture in Ukraine: what should farmers know? German-Ukrainian Agricultural Policy Dialogue]. 36. [in Ukrainian].
2. Holoborodko, S., Dymov, O., Zaiets, S., Kokovikhin, S., & Boiarkina, L. (2022). Natural fodder lands of Ukrainian steppe zone: current state and main ways of productivity restoration. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. Vol. 22, Issue 2. 391-400. http://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_2/volume_22_2_2022.pdf
3. Vozhehova R., Zaiets S., Rudik O., Borovyk V., Holoborodko S., Yuziuk S., Onufran L., Fundyrat K., & Boiarkina L. (2022). Formation phytocenosis of winter darley (Hordeum vulgare L.) depending on hydrothermal conditions of the autumn period and agricultural technological measure. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 22, 4, 817-826. https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.22_4/volume_22_4_2022.pdf
4. Borrell, A., van Oosterom, E., George-Jaeggli, B., Rodriguez, D., Eyre, J., Jordan, D. J., & Hammer, G. (2021). Sorghum. In Crop physiology case histories for major crops. Academic Press. 196-221 DOI: 10.12691/ajmr-12-6-2
5. Hossain, M. S., Islam, M. N., Rahman, M. M., Mostofa, M. G., & Khan, M. A. R. (2022). Sorghum: A prospective crop for climatic vulnerability, food and nutritional security. Journal of Agriculture and Food Research, 8. DOI: 10.1016/j.jafr.2022.100300100300
6. Maliarchuk, V. (2023). Produktyvnist sorho zernovoho ta ahrofizychni vlastyvosti hruntu za riznykh sposobiv obrobitku i doz azotnykh dobryv [Grain sorghum productivity and agrophysical properties of soil under different cultivation methods and doses of nitrogen fertilizers]. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy – Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture in Ukraine, 33 (47), 132-139. DOI: 10.31473/2305-5987-2023-2-33(47)-12 [in Ukrainian].
7. Boiko, M.O. (2024). Sorho yak kharchovyi produkt: perspektyvy ta novi mozhlyvosti [Sorghum as a food product: prospects and new opportunities]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky – Tavria Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences, 138, 15-21 DOI: 10.32782/2226-0099.2024.138.2 [in Ukrainian].
8. Fedorchuk, M.I., Kokovikhin, S.V., & Kalenska, S.M. (2017) Ahrotekhnolohichni aspekty vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v umovakh pivdnia Ukrainy [Agrotechnological aspects of growing energy crops in the south of Ukraine]. Kherson, 160 [in Ukrainian].
9. Ricaud, R.B., Cochran, B., Arceneaux, A., & Newton, G. et al. (1979). Sweet sorgum for sugar and biomass production in Louisiana. Manuscript report from the St. Gabriel Experiment Station. 264.
10. Vozhehova, R.A., Zaiets, S.O., & Vasylenko, R.N. (2015). Resursozberihaiuchi tehnologii viroschuvannia kormovyh kultur v umovah pivdnia Ukrainy [Resource-saving technologies of growing fodder crops in the south of Ukraine]. Kherson, 28 [in Ukrainian].
11. Herasymenko, L.A. (2014). Vplyv strokiv ta hlybyny zagortannia nasinnia na fotosyntetychny produktyvnist posiviv sorho tsukrovoho [Influence of the terms and depth of seeding on the photosynthetic productivity of sugar sorghum crops]. Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn – Plant variety research and protection of plant variety rights, 4, 73-77 [in Ukrainian].
12. Makarov, L.H. (2006) Sorhovi kultury [Sorghum culture]. Kherson: Aylant, 264 [in Ukrainian].
13. Hrabovskyi, M.B., Hrabovska, T.O., & Kozak T.O. (2017) Formuvannia produktyvnosti sorho tsukrovoho pid

vplyvom strokiv sivby [Formation of productivity of sorghum under the influence of sowing terms]. Ukrainian Journal of Ekology, 7 (4), 500-504 [in Ukrainian].
14. Trotsenko, V.I., & Hlupak, Z.I. (2014) Produktivnist sortiv ta hibrydiv sorho tsukrovoho v umovah pivnichno-shidnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of sorts and hybrids of sugar sorghum in the conditions of the northeastern forest-steppe Ukraine]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu – Visnyk of Sumy National Agrarian University, 9 (28), 127-129 [in Ukrainian].
15. Maliarchuk, M.P., Luzhanskyi, I.Yu., & Markovska, O.Ye. (2019). Produktyvnist sorho zernovoho za riznykh system osnovnoho obrobku hruntu ta udobrennia v sivozmini na zroshenni [Productivity of grain sorghum under different systems of basic soil cultivation and fertilization in crop rotation under irrigation]. Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin, 105, 210-217 [in Ukrainian].
16. Maliarchuk, M.P., Hranovska, L.M., Pysarenko, P.V., Maliarchuk,A.S.,&Tomnytskyi,A.V.(2021).Produktyvnist prosapnoi sivozminy za riznykh system osnovnoho obrobitku i udobrennia v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Productivity of row crop rotation under different main tillage and fertilization systems in the conditions of irrigation in southern Ukraine]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: seriia «Ahronomiia i biolohiia» – Bulletin of Sumy National Agrarian University: series "Agronomy and Biology", 46 (4), 33-41. DOI: 10.32845/agrobio.2021.4.5 [in Ukrainian].
17. Domaratskyi, Ye.O., Bazalii, V.V., Boiko, M.O., & Pichura, V.I. Ahrobiolohichne obgruntuvannia vyroshchuvannia zernovykh kultur v zoni Stepu za umov klimatychnykh zmin [Agribiological substantiation of cereal crops cultivation in the Steppe zone under climate change]. Kherson: Aldi-Plus, 334 [in Ukrainian].
18. Luzhansky, I. (2021). Productivity of grain sorghum by various methods and depth of the main tillage and doses of nitrogen fertilizers in the South of Ukraine. Danish Scientific Journal (DS). Copenhagen Denmark, No 46. 27-28. http://www.danish-journal. com/wp-content/uploads/2021/4/DSJ_46_2. pdf.
19. Ramadhan, M., & Muhsin, S. (2021). Evaluation of the Response of Sorghum to Tillage Systems and Nitrogen Fertilization. International Journal of Agronomy, Vol. 2021. Issue 1. DOI: 10.1155/2021/6614962
20. Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Dymov, O.M. (2021). Ahrobiolohichni osnovy vidtvorennia rodiuchosti dehradovanykh zemel u pivdennomu Stepu Ukrainy [Agrobiological basis of fertility restoration of degraded lands in the southern Steppe of Ukraine]. Kherson: Aldi-Plus, 282 [in Ukrainian].

Заєць С.О., Шабля О.С., Василенко Р.М. Ефективність застосування карбамід-аміачної суміші в агроценозах сорго цукрового

В умовах посушливого клімату південного Степу України і коливань температури по роках важливим напрямком підвищення продуктивності ріллі є вирощування посухостійких культур і вдосконалення технологічних прийомів, спрямованих на створення високопродуктивних агроценозів. У таких регіонах сорго цукрове, завдяки високій посухостійкості, малим вимогам до ґрунтів, добрій чутливості до зрошення та високим врожаям, може вирощуватися як культура кормового напряму, так і технічного використання. Нині найкращі селекційні зразки цієї культури містять у клітинному соку стебел до 20 %, а іноді й більше цукрів. **Метою дослідження** є обґрунтувати продуктивність кормової маси сорго, а також вихід цукрів з одиниці площі залежно від строків підживлення азотними добривами на зрошуваних і неполивних землях. **Методи.** У процесі виконання досліджень використовували польовий метод, лабораторний та математично-статистичний методи. **Результати.** У результаті проведених досліджень встановлено, що найбільшу продуктивність зеленого корму на силос забезпечує гібрид Довіста, У зрошуваних умовах вихід кормових одиниць становив 18,5 т/га, а у неполивних умовах – 11,6 т/га за підживлення КАС дозою N_{40} у фазу 4–5 листків. Зрошення забезпечило збільшення вмісту цукрів у стеблах рослини до 15,6 % у гібрида Довіста, за природного зволоження у сорту Силосний 42 – 12,8 %. Гібрид Довіста на зрошуваному масиві виявився найбільш продуктивним, як за кормовою продуктивністю, так і за збором цукрів з одиниці площі. **Висновки.** Гібрид Довіста виявився найбільш чутливим до зрошення і забезпечив найбільший вміст цукрів 12,6–15,6 %. За цих умов сорт Силосний 42 поступався за вмістом цукрів на 11,6–14,4 %, з урожайністю стебел до 46,8 т/га та виходом цукру 3,9–6,7 т/га. Таким чином, гібрид Довіста на зрошуваному масиві забезпечував максимальний рівень урожайності стебел до 63,9 т/га і виходу цукру з гектара 10 т. Гібрид Довіста на зрошуваному масиві виявився найбільш продуктивним як за кормовою продуктивністю, так і за збором цукрів з одиниці площі.

Ключові слова: сорго цукрове, продуктивність, сорт, гібрид, вміст цукрів.

Zaiets S.O., Shablia O.S., Vasylenko R.M. Efficiency of application of carbamide-ammonia mixture in sugar sorghum agrocenoses

Given the arid climate of the southern Steppe of Ukraine and temperature fluctuations over the years, an important way to increase arable land productivity is to grow drought-resistant crops and improve technological methods aimed at creating highly productive agrocenoses. In such regions, sugar sorghum, due to its high drought tolerance, low soil requirements, good sensitivity to irrigation and high yields, can be grown both as a fodder crop and for technical use. Currently, the best breeding samples of this crop contain up to 20% and sometimes more sugars in the cell sap of the stems. **The aim** of the study is to substantiate the productivity of sorghum fodder mass and the yield of sugars per unit area depending on the timing of nitrogen fertilization on irrigated and non-irrigated lands. **Methods.** The field method, laboratory and mathematical and statistical methods were used in the course of the research. **Results.** As a result of the studies, it was found that the highest productivity of green fodder for silage was provided by the hybrid Dovista, In irrigated conditions, the yield of feed units was 18.5 t/ha, and in non-irrigated conditions – 11.6 t/ha when fertilizing with UAN at a dose of N40 in the phase of 4–5 leaves. Irrigation provided an increase in the sugar content in the stems of the plant to 15.6% in the Dovista hybrid, and 12.8% in the Silo 42 variety under natural moisture. The hybrid Dovista on the irrigated area was the most productive, both in terms of fodder productivity and sugar collection per unit area. **Conclusions.** The Dovista hybrid was the most sensitive to irrigation and provided the

highest sugar content of 12.6–15.6%. Under these conditions, the Silosny 42 variety was inferior in sugar content by 11.6–14.4%, with a stalk yield of up to 46.8 t/ha and a sugar yield of 3.9–6.7 t/ha. Thus, the Dovista hybrid on an irrigated plot provided the maximum stalk yield of up to 63.9 t/ha and a sugar yield of 10 t per hectare. The hybrid Dovista on the irrigated area was the most productive both in terms of fodder productivity and sugar collection per unit area.

Key words: sweet sorghum, productivity, variety, hybrid, sugar content.

УДК 631.53.027:633.15
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.10

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ПОСІВІВ КОМПЛЕКСНИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ РОСТУ РОСЛИН НА УРОЖАЙНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

КАЛЕНСЬКА С.М. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-3393-837x
Національний університет біоресурсів і природокористування України
ЄРМАКОВА Л.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0001-4070-9044
Національний університет біоресурсів і природокористування України
СВИСТУНОВ Ю.В. – здобувач
orcid.org/0000-0002-5685-0237
Національний університет біоресурсів і природокористування України
АНТАЛ Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6225-9347
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Останнім часом зросла роль позакореневої обробки посівів сільськогосподарських культур, яка здійснює суттєвий вплив на фізіологічний стан рослин. Вона стала загальноприйнятим всесвітньовідомим методом у всіх сферах вирощування культур. Такий вид живлення рослин забезпечує швидке та ефективне поглинання необхідних елементів через листок та їх транспортування по рослині [8, 21, 22, 23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Позакореневе живлення досить поширений науковий метод, яким швидко урівноважується дисбаланс поживних речовин у рослинах. Найбільшу ефективність даний метод проявляє у несприятливі погодні умови за нестабільного стану ґрунту, коли знижується активність поглинання поживних речовин кореневою системою [16, 22]. У цей період таке живлення має дієву перевагу через швидке постачання поживних речовин за максимальної потреби в них рослин у відповідні стадії росту і розвитку [1, 17].

Зазначений метод водночас вимагає сучасних препаратів для його практичного здійснення на посівах культур. Саме тому з кожним роком зростає роль та розширюється асортимент і біостимуляторів росту рослин з метою підвищення урожайності та якості зерна поширених у виробництві культур і зокрема кукурудзи. Питання застосування цих препаратів є на часі для практиків аграрної сфери та потребують вивчення вченими-науковцями для встановлення ефективності їх застосування для польових культур [3, 12, 15, 20].

Значне місце на сьогодні в технологіях вирощування культур зайняли регулятори росту рослин, які уже частково продемонстрували свій позитивний вплив та ефективну дію і є важливим резервом для зростання рівнів урожайності та підвищення якості зерна кукурудзи. Це підтверджено дослідженнями вчених багатьох наукових установ та виробничниками відповідно до результатів впровадження препаратів на посівах під час вегетації і для передпосівної обробки насіння кукурудзи [2, 19].

Регулятори росту активізують фізіолого-біохімічні процеси та підвищують енергію проростання насіння та польову схожість, що прискорює початковий ріст і розвиток молодих рослин у той період, коли у них ще слабко розвинена коренева система кукурудзи та не спроможна забезпечити їх нормальне живлення [10].

Вагомою перевагою регуляторів росту рослин є їх сумісність застосування з обробкою насіння інсектицидами, фунгіцидами та пестицидами за необхідності [6, 7]. Ріст регулятори мають переваги і за показниками економічної ефективності їх застосування, про що свідчать дані наукових досліджень вчених України [4, 5, 27].

Поширеними у світі та в Україні є ріст регулятори рослин Вітазим та Вуксал, які вивчалися нами в дослідах відповідно до програми наукових досліджень.

Вітазим – це комплексний, органо-мінеральний, мікробіологічно синтезований, з сильнодіючим біостимулюючим ефектом препарат, головним компонентом якого є брасиностероїди. Завдяки компонентному складу та унікальним властивостям Вітазим спроможній забезпечити рослини кукурудзи необхідним комплексом елементів, яких найбільше потребують рослини кукурудзи [18].

Вуксал – продукт німецької компанії Aglukon, добриво, регулятор росту рослин для обробки посівів у період вегетації рослин та окремі види Вуксалу – для передпосівної обробки насіння [13].

Вперше отримано Вуксал-суспензію у 1975 році, а з 2003 року препарат прийшов на ринок в Україну і є активним продуктом виробників аграрної продукції в Україні [25].

Спеціально для передпосівної обробки насіння створено стимулятор росту Вуксал Теріос, діюча речовина якого макро- та мікроелементи.

Результати виробничих випробувань показали, що обробка насіння Вуксалом лінійки Теріос забезпечує збереження схожості обробленого ним насіння, має високу прилипаємість препарату, максимальну сумісність з протруйниками і пестицидами та сприяє формуванню приросту врожаю зернових колосових культур у межах 3-5 ц/га і отриманню чистого додаткового прибутку на рівні 700-1200 грн/га [14, 26].

Для сприяння ефективній дії препарату перед застосуванням його змішують з невеликою кількістю води та

готують робочий розчин. Норма витрати робочого розчину 10 л/т. Робочий розчин готується безпосередньо перед обробкою насіння [1, 9].

Кукурудза належить до культур з високим потенціалом продуктивності зерна і зеленої маси, але реалізація їхнього потенціалу досягнута не в повній мірі, тому є потреба в науковому обґрунтуванні окремих прийомів технологічних операцій при її вирощуванні, в тому числі в Лівобережному Лісостепу України [11, 24]. Це спонукало нас до проведення наукових досліджень з обґрунтування особливостей формування врожаю зерна кукурудзи залежно від обробки насіння та посівів регуляторами росту і встановлення їх оптимальних мікростадій застосування на чорноземах типових Лівобережного Лісостепу України.

Мета. Метою досліджень є наукове та практичне обґрунтування елементів технології вирощування гібридів кукурудзи залежно від передпосівної обробки насіння та посівів комплексними регуляторами росту рослин.

Матеріали та методика досліджень. Основі завдання досліджень полягали у встановленні впливу передпосівної обробки насіння та посівів у період вегетації кукурудзи комплексними регуляторами росту рослин Вітазим та Вуксал на врожайність зерна гібридів кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України.

Дослідження проводилися у 2015-2017 рр. у Пирятинському районі Полтавської області на чорноземах типових середньосуглинкових з вмістом гумусу – 3,6 %. Метеорологічні умови різнилися за роками досліджень кількістю опадів та температурним режимом.

Двофакторний дослід проводили у чотириразовій повторності, розміщення варіантів методом рендомізованих розщеплених ділянок. Площа посівної ділянки 84 м^2, облікової – 51 м^2. Дослід закладався на ділянці, де було внесено розрахункову норму мінеральних добрив на врожайність зерна гібридів кукурудзи 12 т/га (норма внесення $N_{120}P_{90}K_{90}$ кг/га д. р.).

Предметом досліджень було три середньостиглі гібриди кукурудзи: Дніпровський 257 СВ, Алекксандра та Окксіжен. Схема досліду наведена нижче та включала сім варіантів:

1. контроль – без обробки;
2. Вітазим – обробка насіння;
3. Вітазим – обробка насіння + посівів у 15 мікростадію;
4. Вітазим – обробка насіння + посівів у 17 мікростадію;
5. Вуксал – обробка насіння;
6. Вуксал – обробка насіння + посівів у 15 мікростадію;
7. Вуксал – обробка насіння + посівів у 17 мікростадію.

Для обробки насіння кукурудзи норма внесення Вуксалу та Вітазиму становила по 1,0 л/та. Для обробки посівів норма внесення Втазиму була – 1,0 л/га, Вуксалу 2,0 л/га відповідно до розроблених рекомендацій по застосуванню препаратів.

Комплексні добрива Вітазим та Вуксал були застосовані на посівах у період настання мікростадій 15 та 17-ї за шкалою ВВСН, що відповідає фенологічним фазам розвитку рослин кукурудзи – 5 і 7-й справжній розгорнутий листок.

Агротехніка вирощування кукурудзи у досліді загальноприйнята для Лівобережного Лісостепу України за виключенням факторів досліду.

Результати дослідження. Результатами досліджень встановлено позитивний вплив регуляторів росту за проведення передпосівної обробки насіння і посівів кукурудзи по вегетуючих рослинах та виявлено відмінності за періодами їх застосування у 15-17-ту мікростадії за шкалою ВВСН.

Найвищу урожайність зерна кукурудзи було сформовано за комплексного застосування регулятору росту Вітазим для передпосівної обробки насіння та посівів у період 17-тої мікростадії розвитку рослин гібридом Алекксандра, яка становила 12,80 т/га у сприятливому 2016 році, що обумовлено збалансованим складом елементів живлення в добриві та зростанням кількості закладених зерен на даному етапі розвитку генеративних органів качана. Два інших гібриди у зазначеному році незначно поступилися рівнями врожаю, а урожайність гібриду Окксіжен досягла рівню 12,33 т/га та гібриду Дніпровський 257 СВ – 11,94 т/га (табл. 1).

Схема досліду 2

Вплив передпосівної обробки насіння та посівів сучасними комплексними регуляторами росту рослин на формування урожайності зерна гібридів кукурудзи

Фактор А. Гібрид	Фактор В. Обробка регуляторами росту			
	Вітазим		Вуксал	
	насіння, л/т	посівів, л/га	насіння, л/т	посівів, л/га
Дніпровський 257 СВ (контроль)	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К
	З обробкою	15 ВВСН	З обробкою	15 ВВСН
	З обробкою	17 ВВСН	З обробкою	17 ВВСН
Алекксандра	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К
	З обробкою	15 ВВСН	З обробкою	15 ВВСН
	З обробкою	17 ВВСН	З обробкою	17 ВВСН
Окксіжен	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К	Без обробки-К
	З обробкою	15 ВВСН	З обробкою	15 ВВСН
	З обробкою	17 ВВСН	З обробкою	17 ВВСН

Таблиця 1

Урожайність зерна гібридів кукурудзи залежно від комплексної обробки насіння та посівів регуляторами росту рослин, т/га

Фактор А. Гібрид	*Фактор В. Обробка регулятором росту: Н-насіння М-мікростадія		Рік			Середнє за 2015-2017 рр.	Приріст урожаю до контролю	
			2015	2016	2017		т/га	%
Дніпровський 257 СВ (контроль)	В1-К		8,75	10,13	9,98	9,62	-	-
	В2	Н	9,23	10,80	10,51	10,18	0,56	5,82
	В3	Н+15М	9,97	11,73	11,74	11,05	1,59	14,86
	В4	Н+17М	10,22	11,94	11,68	11,28	1,66	17,26
	В5	Н	9,24	10,83	10,57	10,21	0,59	6,13
	В6	Н+15М	10,07	11,76	11,43	11,04	1,42	14,76
	В7	Н+17М	10,23	11,88	11,48	11,20	1,56	16,24
$НІР_{05\ т/га}$			*0,63*	*0,90*	*0,79*			
Алекксандра	В1-К		9,15	10,75	10,33	10,08	-	-
	В2	Н	9,68	11,50	10,94	10,71	0,63	6,25
	В3	Н+15М	10,68	12,44	11,91	11,67	1,59	15,77
	В4	Н+17М	10,91	12,80	12,17	11,92	1,84	18,25
	В5	Н	9,80	11,58	11,07	10,82	0,74	7,34
	В6	Н+15М	10,58	12,39	11,78	11,59	1,51	14,98
	В7	Н+17М	10,79	12,51	11,99	11,83	1,75	17,36
$НІР_{05\ т/га}$			*0,77*	*1,12*	*0,65*			
Окксіжен	В1-К		8,91	10,40	10,23	9,85	-	-
	В2	Н	9,41	11,10	10,82	10,45	0,60	6,09
	В3	Н+15М	10,32	12,07	11,76	11,39	1,54	15,63
	В4	Н+17М	10,57	12,33	12,01	11,64	1,79	18,17
	В5	Н	9,51	11,19	10,93	10,55	0,70	7,11
	В6	Н+15М	10,25	11,96	11,69	11,31	1,47	14,82
	В7	Н+17М	10,44	12,05	11,85	11,54	1,69	17,16
$НІР_{05\ т/га}$			*0,87*	*0,91*	*0,87*			

Застосування Вітазиму лише для передпосівної обробки насіння забезпечило зростання урожайності в середньому за три роки досліджень відносно варіанту контролю у гібриду Дніпровський 257 СВ – на 0,56 т/га (5,82 %), гібриду Алекксандра – на 0,63 т/га (6,25 %) та гібриду Окксіжен – на 0,60 т/га (6,09 %). Позитивний вплив на формування урожайності гібридів кукурудзи проявив і Вуксал. За передпосівної обробки насіння Вуксалом прирости врожаю дещо перевищували варіанти застосування обробки насіння регулятором росту Вітазим.

Так, гібрид Алекксандра у варіанті обробки насіння кукурудзи Вуксалом забезпечило приріст врожаю на 6,94 %, тоді як за обробки насіння Вітазимом цей показник становив 6,45 %; по гібриду Окксіжен зазначені показники становили відповідно 7,11 та 6,29 %; у гібриду Дніпровський 257 СВ аналогічна закономірність зміни даних показників (6,44 та 6,13 %).

Разом з тим варто зазначити, що за комплексної обробки насіння і посівів спостерігається значне підвищення рівнів урожайності зерна досліджуваних гібридів та прирости їх урожайності. Проте водночас встановлено і зміни в рівнях урожайності залежно від виду регулятору росту та мікростадії його застосування. Незважаючи на те, що переважання приростів урожайності було встановлено за обробки насіння Вуксалу, нами виявлено, що комплексна обробка посівного матеріалу та посівів була більш ефективною при застосуванні регулятору росту Вітазим.

Сумарний відсоток приросту урожайності від застосування Вітазиму для передпосівної обробки насіння і підживлення посівів зріс у варіанті за внесення в 17-ту мікростадію на 18,25 % в середньому за три роки, а урожайність досягла 11,92 т/га у гібриду Алекксандра; у гібриду Окксіжен – 18,17 % при урожайності 11,64 т/га; гібриду Дніпровський 257 СВ – 17,26 % за урожайності 11,28 т/га. Саме цей варіант виявився найбільш ефективним від застосування досліджуваних факторів як за роками досліджень, так і в середньому за три роки.

Наші дослідження показали ефективну дію і добрива Вуксал за комплексного застосування для обробки насіння та посівів. Підтверджено найбільш ефективне застосування у 17-ту мікростадію порівняно з 15-тою, проте сумарний приріст урожайності порівняно з Вітазимом був меншим та становив у гібриду Аллександра – 17,36 %; гібриду Окксіжен – 17,16 % та гібриду Дніпровський 257 СВ – 16,24 %.

Проведений дисперсійний аналіз та обробка показників урожайності дали змогу виявити частку впливу факторів досліду на формування рівнів урожайності (рис. 1).

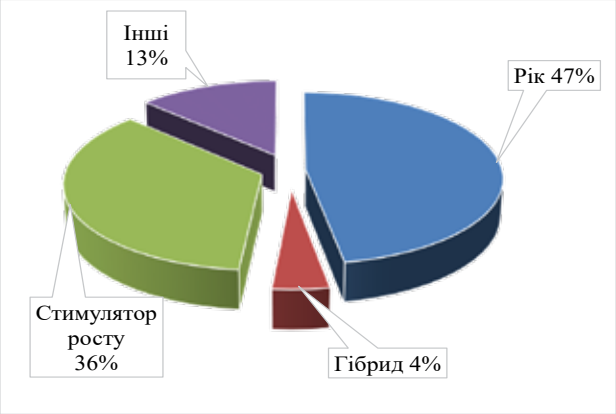


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на показники урожайності гібридів кукурудзи, %

Проведений розрахунок показав, що вплив фактору року був найбільшим і становив – 47 %, частка стимулятору росту рослин була менша – 36 %, вплив інших чинників становив – 13 %, частка гібридного складу виявилася не значною – 4 %.

Отже, застосування регуляторів росту рослин має суттєвий вплив на формування врожаю зерна рослинами кукурудзи.

Встановлено, що обробка насіння та посівів регуляторами росту забезпечує збільшення урожайності зерна гібридами кукурудзи, але приріст урожайності різнився від виду регулятору росту та мікростадії його застосування.

Висновки. Застосування регуляторів росту Вітазим та Вуксал сприяє збільшенню рівнів урожайності зерна гібридів кукурудзи. Проте суттєвий приріст урожайності отримано за комплексної обробки посівного матеріалу (зерна) та посівів кукурудзи в 17-ту мікростадію росту рослин (7 розгорнутий листок).

В середньому за роки досліджень гібрид Алекксандра за комплексної обробки насіння та посівів у 17-ту мікростадію росту сформував найвищу урожайність – 11,92 т/га, що на 1,86 т/га (18,25 %) перевищила варіант контролю, що є свідченням доцільності його більш широкого впровадження у виробництво в Лівобережному Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Анішин Л. Регулятори росту рослин: сумніви і факти. *Пропозиція.* 2002. № 5. С. 64–65.
2. Аврамчук А. Застосування біостимуляторів. Як Вітазим впливає на посіви. SuperAgronom. 2020. URL : https://superagronom.com/articles/327-zastosuvannya-biostimulyatoriv-yak-vitazim-vplivaye-na-posivi (дата звернення: 21.01.2025).
3. Вуксали Теріос – відмінний стандарт для високого потенціалу. Пропозиція. 2020. URL : https://propozitsiya.com/ua/vuksaly-terios-vidminnyy-start-dlya-vysokogo-potencialu
4. Білокінь О.А. Ефективність застосування стимуляторів росту під кукурудзу на зелений корм. *Агроекологічний журнал.* 2007. № 3. С. 94–95.
5. Ефективність мікродобрив за обробки насіння та листкового підживлення посівів пшениці озимої / В.В. Гангур та ін. *Вісник ПДАА.* 2021. № 2. С. 46–51. doi: 10.31210/visnyk2021.02.05
6. Герасименко С.М. Регулятори росту в науковому забезпеченні рослинницької галузі. *Зб. наук. праць УДАА*. 2001. С. 24–27.
7. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України / Т.В. Глушко та ін. *Аграрна наука: развиток і перспективи* : зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Миколаїв, 2015. С. 6–8.
8. Гож О.А., Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю. Вплив стимуляторів росту на продуктивність гібридів кукурудзи при зрошенні. *Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України* : матеріали IV Всеукр.наук.-прак. конф., 15–16 травня 2014 р. Тернопіль : Тернопільська ДСГДС ІКСГІІ НААН, 2014. С. 60–62.
9. Гож О.А. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від мікродобрив та стимуляторів росту в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство.* 2013. Вип. 61. С. 118–120.
10. Жуйков О.Г. Давиденко І.А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»? *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 136, ч. 1. С. 116–124. doi: 10.32782/2226-0099.136.1.16
11. Передпосівна обробка насіння препаратом Вуксал. *Пропозиція. Агробізнес*. 2019. № 3. С. 19–22.
12. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П.О. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія.* 2017. Вип. 269. С. 10–17.
13. Управління процесами формування високоякісного насіння сільськогосподарських культур / С.М. Каленська та ін. *Науковий вісник НАУ.* 2008. Вип. 123. С. 11–17.
14. Крестьянінов Є.В., Єрмакова Л.М., Антал Т.В. Формування урожаю та якості зерна кукурудзи залежно від фону та позакореневого підживлення посівів в умовах лівобережного Лісостепу. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2019. Т. 10, № 1. С. 18–26. doi: 10.31548/agr2019.01.018
15. Лапін Р., Шовкопляс О., Штанько І. Вуксал на олійних та кукурудзі. Мікроелементи для Максі-врожаю. *Пропозиція.* 2007. № 4. С. 108–109.
16. Мамчур О.В. Фізіолого-біохімічні особливості формування продуктивності кукурудзи за впливу регуляторів росту рослин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького*. 2013. Т. 15, № 1, ч. 2. С. 152–160.
17. Мельник І.П. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. *Івано-Франківськ ПП «НВ Місто»,* 2011. С. 14–19.
18. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури.* 2018. Т. 2, № 1. С. 101–108.
19. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в

умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво.* 2017. № 5. С. 54–61.
20. Ефективність застосування нового рідкого добрива Вітазим в сучасних технологіях вирощування озимої пшениці / В.В. Плотніков. *Збірник наукових праць ВНАУ. Рослинництво*. 2011. № 8(48). С. 55–60.
21. Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Вплив позакореневих підживлень на продуктивність гібридів кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 102–109.
22. Ткаліч І.Д. Ефективність стимуляторів росту та біологічних препаратів при вирощуванні соняшнику в північній підзоні Степу України. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету.* 2007. № 1. С. 33–37.
23. Худяков О.І. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство".* 2011. Вип. 83. С. 67–71.
24. Циков В.С., Дудка М.І., Шевченко О.М., Носов С.С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюлетень ІЗГ степової зони НААН України*. 2016. № 11. С. 23–27. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2016_11_6 (дата звернення: 15.01.2025).
25. Черячукін М., Андрієнко О., Гигор'єва О. Регулятори росту рослин. *Агробізнес сьогодні.* URL : http://www.agro-business.com.ua/2010-07-05-08-44-18/296-2011-03-09-13-56-10.html (дата звернення: 17.01.2025).
26. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Шпаар Д. та ін. ; за ред. Д. Шпаара. Київ : Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.

REFERENCES:

1. Anishyn, L. (2002). Rehuliatory rostu roslyn: sumnivy i fakty [Plant growth regulators: doubts and facts]. *Proposal*, *5*, 64-65 [in Ukrainian].
2. Avramchuk, A. (2020). Zastosuvannia biostymuliatoriv. Yak Vitazym vplyvaie na posivy [Use of biostimulants. How Vitazym affects crops]. *SuperAgronom*. Retrieved from https://superagronom.com/articles/327-zastosuvannya-biostimulyatoriv-yak-vitazim-vplivaye-na-posivi [in Ukrainian]
3. Vuksaly Terios – vidminnyi standart dlia vysokoho potentsialu [Vuksal Terios is an excellent standard for high potential]. *Proposal.* Retrieved from https://propozitsiya.com/ua/vuksaly-terios-vidminnyy-start-dlya-vysokogo-potencialu [in Ukrainian].
4. Bilokin, O.A. (2007). Efektyvnist zastosuvannia stymuliatoriv rostu pid kukurudzu na zelenyi korm [The effectiveness of the use of growth stimulants for corn on green fodder]. *Agroecological journal, 3*, 94-95 [in Ukrainian].
5. Hanhur, V.V., Kocherha, A.A., Pypko, O.S., & Len, O.I. (2021). Efektyvnist mikrodobryv za umovy obrobky nasinnia ta lystkovoho pidzhyvlennia posiviv pshenytsi ozymoi [The effectiveness ofmicrofertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2),* 46-51. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05 [in Ukrainian].
6. Herasymenko, S.M. (2001). Rehuliatory rostu v naukovomu zabezpechenni roslynnytskoi haluzi. [Growth regulators in the scientific support of the crop industry]. *Collection of scientific works of the USAA,* 24-27 [in Ukrainian].
7. Hlushko, T.V., Marchenko, T.Iu., Hlushko, T.V., Sova, R.S., & Hozh, O.A. (2015). Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid mikrodobryv ta stymuliatoriv rostu v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Productivity of corn hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants in irrigated conditions of southern Ukraine]. Ahrarna nauka: razvytok i perspektyvy : zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii [Agrarian science: development and prospects: collection of materials of the International scientific and practical Internet conference]. Mykolaiv, 6-8 [in Ukrainian].
8. Hozh, O.A., Lavrynenko, Yu.O., & Marchenko, T.Iu. (2014). Vplyv stymuliatoriv rostu na produktyvnist hibrydiv kukurudzy pry zroshenni [The effect of growth stimulants on the productivity of corn hybrids under irrigation]. Rol nauky u pidvyshchenni tekhnolohichnoho rivnia i efektyvnosti APK Ukrainy : materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [The role of science in increasing the technological level and efficiency of the Ukrainian agro-industrial complex: materials of the IV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Ternopil : Ternopilska DSHDS IKSHII NAAN, 60-62 [in Ukrainian].
9. Hozh, O.A. (2013). Produktyvnist hibrydiv kukurudzy zalezhno vid mikrodobryv ta stymuliatoriv rostu v umovakh zroshennia pivdnia Ukrainy [Productivity of corn hybrids depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation conditions in southern Ukraine]. *Irrigated agriculture, 61*, 118-120 [in Ukrainian].
10. Zhuikov, O.H., & Davydenko, I.A. (2024). Pozakoreneve pidzhyvlennia kukurudzy mikrodobryvamy – diievyi element tekhnolohii chy «trend» [Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a "trend"?]. *Taurida Scientific Herald. Series: Rural Sciences, 136(1),* 116-124. https://doi.org/10.32782/2226-0099.136.1.16 [in Ukrainian].
11. Peredposivna obrobka nasinnia preparatom Vuksal. Propozytsiia. [Pre-sowing seed treatment with Vuksal]. (2019). *Proposal. Agribusiness, 3*, 19-22 [in Ukrainian].
12. Kalenska, S.M., Taran, V.H., & Danyliv, P.O. (2017). Rozvytok korenevoi systemy kukurudzy na rannikh etapakh rozvytku [Development of the corn root system in the early stages of development]. *Scientific journals of NULES of Ukraine*, *269*, 10-17 [in Ukrainian].
13. Kalenska, S.M., Novytska, N.V., Strykhar, A.Ie., Maleonchuk, O.V., & Antal, T.V. (2008). Upravlinnia protsesamy formuvannia vysokoiakisnoho nasinnia silskohospodarskykh kultur [Management of the processes of formation of high-quality seeds of agricultural crops]. *Scientific Bulletin of NAU, 123*, 11-17 [in Ukrainian].
14. Krestianinov, Ye.V., Yermakova, L.M., & Antal, T.V. (2019). Formuvannia urozhaiu ta yakosti zerna kukurudzy zalezhno vid fonu ta pozakorenevoho pidzhyvlennia posiviv v umovakh livoberezhnoho Lisostepu [Formation of yield and quality of corn grain depending on the background and foliar fertilization of crops in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe. *Plant and soil science, 10, 1*, 18-26. https://doi.org/10.31548/agr2019.01.018 [in Ukrainian].
15. Lapin, R., Shovkoplias, O., & Shtanko, I. (2007). Vuksal na oliinykh ta kukurudzi. Mikroelementy

dlia Maksi-vrozhaiu [Vuksal on oilseeds and corn. Microelements for Maxi-harvest]. *Proposal,* 4, 108-109 [in Ukrainian].
16. Mamchur, O.V. (2013). Fizioloho-biokhimichni osoblyvosti formuvannia produktyvnosti kukurudzy za vplyvu rehuliatoriv rostu roslyn [Physiological and biochemical features of the formation of corn productivity under the influence of plant growth regulators]. *Scientific Bulletin of the LNSGUVMB named after S.Z. Gzytsky, 1, 15, 2*, 152-160 [in Ukrainian].
17. Melnyk, I.P. (2011). Rekomendatsii po zastosuvanniu biostymuliatoriv novoho pokolinnia v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Recommendations for the use of new generation biostimulants in crop cultivation technologies]. Ivano-Frankivsk PP «NV Misto», 14-19 [in Ukrainian].
18. Moldovan, Zh.A., & Sobchuk, S.I. (2018) Otsinka pokaznykiv indyvidualnoi produktyvnosti roslyn kukurudzy za doposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia [Evaluation of individual productivity indicators of corn plants with pre-sowing seed treatment and foliar fertilization]. *The scientific journal «Grain crops», 1, 2*, 101-108 [in Ukrainian].
19. Pelekh, L.V. (2017). Formuvannia produktyvnosti kukurudzy zalezhno vid obrobky stymuliatoramy rostu roslyn v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Formation of corn productivity depending on treatment with plant growth stimulants in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Agriculture and forestry, 5,* 54-61 [in Ukrainian].
20. Plotnikov, V.V., Korniichuk, O.V., Chernelivska, O.O., & Hylchuk, V.H. (2011). Efektyvnist zastosuvannia novoho ridkoho dobryva Vitazym v suchasnykh tekhnolohiiakh vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi [The efficiency of application of new liquid fertilizer of Vitazim in modern technologies of growing of winter wheat]. *Collection of scientific works of VNAU. Crop production, 8(48),* 55-60 [in Ukrainian].
21. Polishchuk, M.I., & Palamarchuk, O.D. (2016). Vplyv pozakorenevykh pidzhyvlen na produktyvnist hibrydiv kukurudzy [The influence of foliar fertilization on the productivity of corn hybrids]. *Agriculture and forestry, 4*, 102-109 [in Ukrainian].
22. Tkalich, I.D. (2007). Efektyvnist stymuliatoriv rostu ta biolohichnykh preparativ pry vyroshchuvanni soniashnyku v pivnichnii pidzoni Stepu Ukrainy [The effectiveness of growth stimulants and biological preparations in growing sunflower in the northern subzone of the Steppe of Ukraine]. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Agrarian University, 1*, 33-37 [in Ukrainian].
23. Khudiakov, O.I. (2011). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia kukurudzy [Effectiveness of foliar feeding of corn]. *Interdepartmental thematic scientific collection "Agriculture", 83*, 67-71 [in Ukrainian].
24. Tsykov, V.S., Dudka, M.I., Shevchenko, O.M., & Nosov, S.S. (2016). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia kukurudzy mikroelementnymy preparatamy sumisno z azotnym mineralnym dobryvom [The effectiveness of foliar feeding of corn with microelement preparations in combination with nitrogen mineral fertilizer]. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the NAAS of Ukraine, 11,* 23-27 [in Ukrainian].
25. Cheriachukin, M., Andriienko, O., & Hyhorieva, O. Rehuliatory rostu roslyn. Ahrobiznes sohodni [Plant growth regulators]. *Agribusiness today*. Retrieved from http://www.agro-business.com.ua/2010-07-05-08-44-18/296-2011-03-09-13-56-10.html [in Ukrainian].
26. Shpar, D., Hinapp, K., Dreher, D., Zakharenko, A., & Kalenska, S. (2009). Kukurudza: vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn: growing, harvesting, preserving and using] (D. Shpar, Ed.). Kyiv: Alfa-steviia LTD. 2010, 396 [in Ukrainian].

Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Свистунов Ю.В., Антал Т.В. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від основного удобрення та регуляторів росту в Лівобережному Лісостепу України

Мета дослідження – рівень продуктивності культур є визначальним критерієм ефективності застосування нових елементів у технологіях вирощування польових культур. Окрім традиційних елементів, що впливають на даний показник, важливим є застосування комплексних препаратів нового покоління провідних компаній світу та України. До таких препаратів з комплексом макро- та мікроелементів із ріст регулюючим ефектом належать Вітазим та Вуксал, які були нами застосовані на посівах кукурудзи у період вегетації та для передпосівної обробки насіння. Відповідно до цього мета досліджень полягала в науковому аналізі та практичному обґрунтуванні впливу передпосівної обробки насіння та посівів кукурудзи комплексними регуляторами росту рослин Вітазим та Вуксал на врожайність зерна кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України. **Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводилися в 2015-2017 рр. у Пирятинському районі Полтавської області на чорноземах типових середньосуглинкових. Метеорологічні умови різнилися за роками досліджень кількістю опадів та температурним режимом. В період виконання досліджень використовувалися аналітичні методи, проводилися польові та лабораторні дослідження, статистична та математична обробка даних згідно загально прийнятих наукових методик. Предметом досліджень були три гібриди кукурудзи: Дніпровський 257 СВ – контроль, Алекксандра та Окксіжен. Схема досліду включала сім варіантів. **Результати.** У статті наведено результати досліджень, що свідчать про досить високу адаптивність досліджуваних гібридів до умов вирощування та їх позитивну реакцію на застосування регуляторів росту рослин. Так, простежена відмінність у рівнях урожайності гібридів за варіантами досліду по роках та в середньому за 2015-2017 рр. У гібриду Дніпровський 257 СВ вони варіювали від 9,62 т/га у варіанті контролю до 11,28 т/га за застосування регулятора росту Вітазим та 11,20 т/га добрива Вуксал за передпосівної обробки насіння та посівів у 17-ту мікростадію розвитку рослин; гібрид Алекксандра – від 10,08 до 11,92 та 11,83 т/га відповідно; гібрид Окксіжен – від 9,85 до 11,64 та 11,31 т/га за зазначених варіантів. **Висновки.** В середньому за роки досліджень гібрид Алекксандра за комплексної обробки насіння та посівів регулятором росту Вітазим у 17-ту мікростадію росту сформував найвищу урожайність – 11,92 т/га, що на 1,86 т/га (18,25%) перевищила варіант контролю, що є свідченням доцільності його більш широкого впровадження у виробництво в Лівобережному Лісостепу України.

Ключові слова: добрива, норма внесення, регулятори росту, мікростадія, передпосівна обробка насіння, урожайність, приріст до контролю, Вітазим, Вуксал.

Kalenska S.M., Ermakova L.M., Svistunov Yu.V., Antal T.V. The effect of presowing seeds and crop treatments with complex plant growth regulators on the corn hybrids yield

The purpose. The level of crop productivity is a determining criterion for the effectiveness of the use of new elements in field crop cultivation technologies. In addition to the traditional elements that affect this indicator, it is important to use new-generation complex preparations of leading world and Ukrainian companies. Such preparations with a complex of macro- and microelements with a growth-regulating effect include Vitazym and Vuksal, which we used on corn crops during the growing season and for pre-sowing seed treatment. Accordingly, the purpose of our research was to scientifically analyze and practically substantiate the impact of the pre-sowing seeds and corn crop treatments with complex plant growth regulators Vitazym and Vuksal on grain yield in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Research materials and methods.** The research was conducted in 2015-2017 in the Pyriatyn district of the Poltava region on typical medium loamy chernozems. Meteorological conditions varied by year of research in terms of rainfall and temperature regime. During the research, analytical methods were used, field and laboratory studies were conducted, and statistical and mathematical data processing was carried out according to generally accepted scientific methods. The subject of the research was three corn hybrids: Dniprovsky 257 SV – control, Alekksandra, and Okksizhen. The experimental scheme included seven options. **The results.** The article presents the research results that indicate a high adaptability of the studied hybrids to growing conditions and their positive response to the plant growth regulators use. Thus, a difference in the yield levels of hybrids by experiment variants by year and on average for 2015-2017 was observed. In the Dniprovsky 257 SV hybrid, they varied from 9.62 t/ha in the control variant to 11.28 t/ha with the use of the Vitazym growth regulator and 11.20 t/ha of Vuksal fertilizer for pre-sowing seed treatment and in crop application on the 17th micro stage of plant development; the Alekksandra hybrid – from 10.08 to 11.92 and 11.83 t/ha, respectively; the Okksigen hybrid – from 9.85 to 11.64 and 11.31 t/ha with the indicated variants. **Conclusions.** On average, over the years of research, the Alekksandra hybrid with the complex treatment of seeds and crops by growth regulator Vitazym in the 17th micro stage of growth formed the highest yield – 11.92 t/ha, which exceeded the control option by 1.86 t/ha (18.25%), which is evidence of the feasibility of its wider introduction into production in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: fertilizers, application rate, growth regulators, micro stage, pre-sowing seed treatment, yield, growth to control, Vitazym, Vuksal.

УДК 631.4:633.16
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.11

ОЦІНКА ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИРОЩУВАННЯ

КОЛЯДА В.П. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-2682-5687
Східноукраїнський університет імені Володимира Даля
ХАЛІН С.Ф. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0008-4489-5316
Східноукраїнський університет імені Володимира Даля
ЛЕДОВСЬКА З.О. – співробітник
orcid.org/0009-0008-5017-8188
ТОВ «ТАС АГРО»

Постановка проблеми. В умовах зростаючої кількості проявів кліматичних змін в агроландшафтах та стійкої тенденції до зниження родючості ґрунтів внаслідок надлишкового антропогенного впливу на довкілля, оптимізація вирощування рослинницької продукції набуває важливого національного та міжнародного значення [1, 2]. На необхідність широкого впровадження різних оптимізаційних заходів в межах виробничо-галузевої структури аграрних підприємств вказує ціла низка таких економічних, екологічних та соціальних викликів як: пандемія COVID-19, втрата активів і ресурсів в умовах війни; зміни в податковому та економічному законодавстві країни з огляду на інтеграцію до європейських ринків збуту. Більш широке використання органічних добрив відноситься до переліку необхідних заходів, спрямованих на підвищення ефективної діяльності суб'єктів агробізнесу в сучасних умовах [3]. Через цей факт, кількість наукових праць, яка висвітлює питання залучення додаткових резервів галузі тваринництва з метою збільшення кількості поживних речовин ґрунту в сучасних умовах має бути збільшена та взята до уваги іншими підприємствами галузі.

Метою даної роботи є порівняння врожайності сільськогосподарських культур із середніми значеннями на рівні Харківської області та пошук шляхів додаткового залучення відходів гною великої рогатої худоби – (ВРХ) в умовах ТОВ «Агроінвест Холдинг» Берестинського району Харківської області.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед різних варіантів оптимізації вирощування сільськогосподарських культур одним з перспективних варіантів лишається всебічне використання як побічної продукції рослинництва, так і тваринництва. Питання повної реалізації потенціалу продуктивності тварин, а також і подальшого використання продуктів їх життєдіяльності у якості органічних добрив підкріплене низкою наукових робіт та лишається потенційною опцією покращення стану ґрунтового покриву шляхом активізації його біоти та забезпечення біологічними поживними речовинами [4].

За існуючими науковими даними поживні речовини, що потрапляють в ґрунт за систематичного внесення органічних добрив, мають низку позитивних ефектів: призводить до зменшення кислотності ґрунту; збільшує ступень насиченості основами; сприяє підвищенню умісту в легких ґрунтах елементів живлення, зменшенню питомої ваги, покращенню агрофізичних характеристик для кращого здійснення обробітку [5-9].

Матеріали та методи. Дослідження технологій в умовах Лісостепової частини Берестинського району Харківської області на території Старовірівської селищної громади в межах робочих ділянок ТОВ «Агроінвест-Холдинг» у південній частині Харківської області, в безпосередній близькості до межування з східною частиною Полтавською області (рис. 1).

Структура посівних площ ТОВ «Агроінвест-Холдинг» зорієнтована на вирощування зернових та технічних культур, які мають високий рівень рентабельності та користуються попитом. Кормові культури (багаторічні та однорічні трави) вирощуються на 10-15% ріллі для забезпечення кормової бази тваринництва.

Заплановане проведення порівняння середньої урожайності для основних культур (пшениця озима, кукурудза на зерно, соняшник, соя) в господарстві за 5 років (2017-2021 рр.) із значеннями середньої врожайності для даних культур на рівні господарств Харківської області у 2021 році. Даний рік було обрано як доволі репрезентативний за середньою кількістю опадів та температурним режимом. Порівняння значень врожайності проводили для таких культур, як озима пшениця, кукурудза на зерно, соняшник та соя по рокам з 2017 по 2021 рр. Всі отримані по рокам обсяги врожайності порівнювали із середніми значеннями для Харківської області, отриманими у 2021 р. Дані про середню урожайність сільськогосподарських культур для області брали з порталу відкритих даних ДІЯ та з інформації сайту головного управління статистики у Харківській області станом на 2021 р. [10, 11].

Утримання худоби є другою за значенням галуззю ТОВ «Агроінвест Холдинг», оскільки господарство спеціалізується також на виробництві молока та м'яса великої рогатої худоби, а поголів'я ВРХ становить в різні роки близько 1000 голів, з яких близько половини (500 голів) – дійне стадо. Продуктивність корів при цьому залишається доволі високою і в середньому складає 6500 кг молока на одну фуражну корову за рік. Середньодобові прирости молодняку ВРХ на відгодівлі становлять 750 г, а вихід гною з 1000 голів складає в середньому до 20 тис. м^3 у рік, формуючи потенційний резерв органічних добрив у господарстві.



Рис. 1. Розташування земель ТОВ «Агроінвест-Холдинг» в с. Старовірівка, Берестинського району, Харківської області

З огляду на це протягом наступного етапу робіт за даними про кількість поголів'я ВРХ проводили аналіз можливостей додаткового внесення гною корів з метою покращення родючості ґрунтів ТОВ «Агроінвест Холдинг». Для цього використовували методику обрахунку виходу свіжого підстилкового гною від утриманої худоби за стійловий період, запропоновану вченими кафедри екології та агрономії Луцького національного технічного університету [12].

Результати та обговорення. Порівнюючи середні значення врожайності пшениці озимої, отримані на рівні 48 ц/га для Харківської області в 2021 р. та середні значення в ТОВ «Агроінвест Холдинг» по рокам 2017-2021 рр. (Рис. 1) а також ситуацію по іншим зерновим та іншим культурам маємо наступну ситуацію.

З огляду на отримані результати досліджень можемо стверджувати, що урожайність сільськогосподарських культур на підприємстві є вищою за середні показники по Харківській області у 2021 р., отримані з офіційних статистичних джерел [10, 11], на рівні 48,0 ц/га для озимої пшениці, 51,4 ц/га для кукурудзи на зерно, 24,4 ц/га для соняшнику та 17,9 ц/га для сої.

З урахуванням наведеного вище рисунку видно, що врожайність озимої пшениці по всім рокам перевищувала середні значення для врожайності на рівні господарств Харківської області в 2021 р., на рівні 48 ц/га. Таким чином середній показник врожайності пшениці в господарстві на рівні 55 ц/га в порівнянні із середніми по області забезпечив перевищення на 13%.

Що стосується порівняння розподілу значень врожайності кукурудзи на зерно по господарству за 2017-2021 рр. (рис. 2), то в порівнянні з середнім рівнем в Харківській області станом на 2021 р, спостерігали подібну тенденцію.

Так, з представленого на рисунку розподілу врожайності кукурудзи на зерно видно, що врожайність в ТОВ «Агроінвест Холдинг» по всім рокам перевищувала середні значення для Харківської області (51,4 ц/га). Навіть у 2017 р. за мінімального рівня врожайності 75 ц/га отримані обсяги кукурудзи на зерно в господарстві перевищували середні значення по Харківській області на 31,5%, а в середньому за п'ять років перевищення врожайності над значеннями по області у 2021 р. складало 35,7%.

Проміжний висновок аналізу порівняння врожайності по зерновим культурам в господарстві та в середньому по Харківській області у 2021 р. засвідчив перевищення на рівні від 13 до 35,7%. Що ж стосується розподілу показників врожайності основної технічної олійної культури в господарстві (рис. 2), а саме соняшника в порівнянні із середніми по Харківській області значеннями, то і тут спостерігали аналогічну закономірність – для соняшника перевищення складало 20,2%.

Останньою культурою, результати врожайності якої в господарстві за 2017-2021 рр. порівнювали із середніми значеннями для Харківської області у 2021 р., була соя, для якої аналогічне перевищення складало 10,5%. Загальні результати порівняння продуктивності культур по рокам наведено у табл. 1.

Так, для озимої пшениці середні за 5 років значення становили 55 ц/га, кукурудзи на зерно – 80 ц/га, соняшнику – 30,6 ц/га, сої – 20 ц/га, що свідчить про доволі високий рівень продуктивності культур в господарстві.

Найменші ж рівні врожайності спостерігали у 2017 та 2020 рр., а найвищі у 2018 та 2019 рр. Подібна тенденція спостерігалася на всіх типах культур, але найвищі коливання врожайності спостерігалися для пшениці озимої (від 52 ц/га у 2017 р. до 58 ц/га у 2019 р.), кукурудзи на зерно (від 75 ц/га у 2017 р. до 85 ц/га у 2019 р.) та соняшнику (від 28 ц/га у 2017 до 33 ц/га у 2019 р.). Найнижчі коливання врожайності по рокам спостерігали для сої – від 18 ц/га у 2017 до 22 ц/га у 2019 р.

Таким чином, підводячи підсумок по всім основним культурам сівозміни можна стверджувати, що середня урожайність ТОВ «Агроінвест Холдинг» за 2017-2021 рр. перевищувала середні значення для господарств Харківської області у 2021 р., але при цьому знаходилася в залежності від погодних умов кожного з п'яти років в системі спостережень. Найвищі обсяги врожайності були в 2019 р., найнижчі у 2017 р., а в інші роки врожайність була на умовному середньому рівні.

З огляду на необхідність додаткових оптимізаційних заходів із збільшення продуктивності технологій вирощування сільськогосподарських культур в господарстві

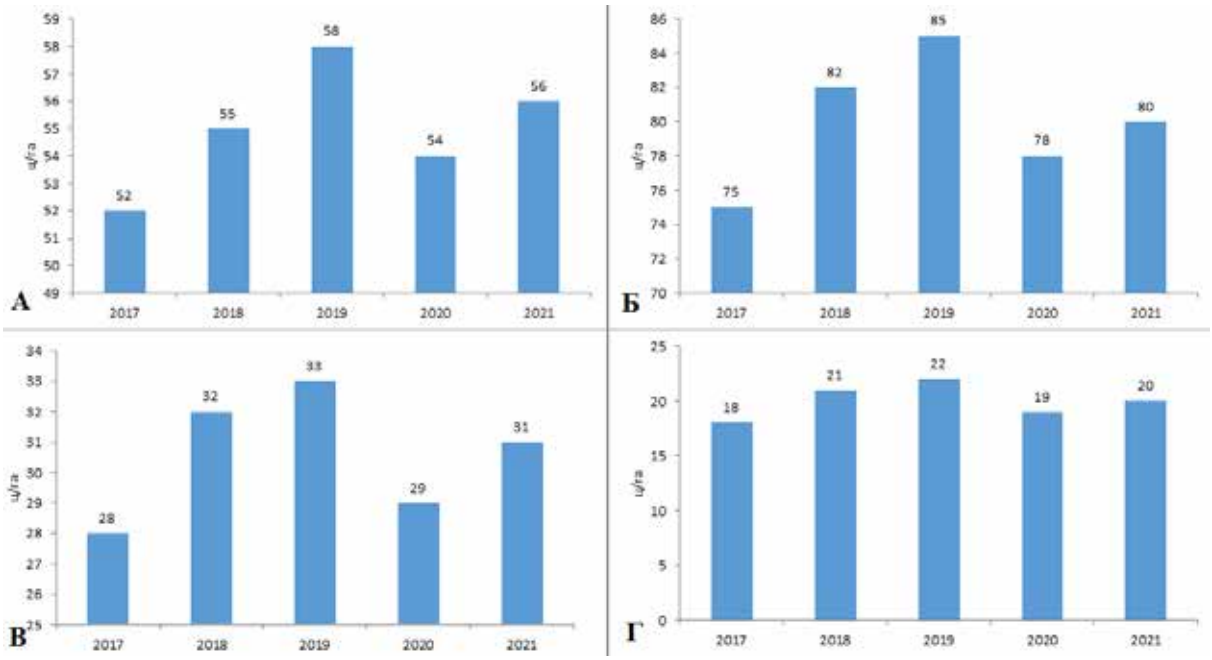


Рис. 2. Розподіл значень врожайності пшениці озимої (А), кукурудзи на зерно (Б), соняшника (В), сої (Г) по рокам 2017-2021 рр.

Таблиця 1

Динаміка урожайності основних культур по рокам в ТОВ «Агроінвест Холдинг» та по регіону (на прикладі Харківської області) станом на 2021 р.

№	Культура	Розподіл значень по рокам, ц/га					Середні значення, ц/га	
		2017	2018	2019	2020	2021	за 5 років	по області у 2021 р.
1	Озима пшениця	52	55	58	54	56	55,0	48,0
2	Кукурудза	75	82	85	78	80	80,0	51,4
3	Соняшник	28	32	33	29	31	30,6	24,4
4	Соя	18	21	22	19	20	20,0	17,9

нами також було здійснено розрахунки потенційного виходу свіжого підстилкового гною за стійловий період [12]. Результати розрахунків обсягів гною, який можна використати у якості органічного добрива з метою покращення якості продукції та стану ґрунтового покриву господарства ТОВ «Агроінвест Холдинг» наведено у формулах (1) та (2) нижче.

$$Вг = Пт \cdot А \cdot Д / 1000, \quad (1)$$

де Вг – вихід свіжого підстилкового гною за стійловий період, т;

Пт – поголів'я тварин, наявність різних видів і груп тварин;

А – вихід свіжого гною від однієї голови в кілограмах за добу;

Д – тривалість стійлового періоду в днях;

1000 – коефіцієнт для переведення в тони.

Оскільки тривалість стійлового періоду враховує тривалість стійлового періоду в теплу пору року (літній період), яка складає приблизно 200 діб, а тривалість стійлового періоду в холодну пору року (зимовий період), яка складає приблизно 150 діб, необхідно було розрахувати повну тривалість стійлового періоду – Д.

$$Д = Дл + Дз, \quad (2)$$

де Дл – тривалість стійлового періоду літом, дні;

Дз – тривалість стійлового періоду зимою, дні.

З урахуванням проведених розрахунків було обраховано потенційний вихід гною від 1 корови за значеннями динаміки поголів'я та продуктивності ВРХ впродовж 2017-2021 рр., результати чого представлено в таблиці 2.

Так, з сумарною кількістю стійлового періоду тривалістю 350 днів протягом року, наявного в господарстві числа поголів’я худоби на рівні 1000 голів та добового виходу гною на рівні 42 кг виникає потенційна можливість внесення близько 14700 т гною, що дозволяє забезпечити 735 га ріллі органічними добривами на рівні 20 т/га, або до 500 га у нормі внесення 30 т/га.

Висновки. За результатами проведених досліджень з метою покращення умов вирощування сільськогосподарських культур та підтримання рівня врожайності на вищому за середні по Харківській області значення господарствам з інтенсивними технологіями вирощування культур в межах Берестянського району

Таблиця 2

Динаміка поголів'я та продуктивність ВРХ в ТОВ «Агроінвест Холдинг»

№	Показник	Розподіл по рокам					Середнє значення
		2017	2018	2019	2020	2021	
1	Поголів'я ВРХ, гол.	950	980	1000	1020	1000	990
2	в т.ч. корови	480	490	500	510	500	496
3	Середньорічний надій на 1 корову, кг	6200	6300	6500	6600	6500	6420
4	Середньодобовий приріст ВРХ, г	720	730	750	760	750	742
5	Середньодобовий вихід гною від однієї корови, кг	40	39	41	43	42	42

рекомендується організовувати додаткове внесення гною не лише під просапні культури (кукурудза, соняшник) в нормі 30-40 т/га раз на 3-4 роки, але і під інші основні культури сівозміни – озиму пшеницю, сою тощо. Даний захід, спрямований на збільшення органічної речовини в ґрунті, допоможе отримати не тільки виражений екологічний ефект, але й покращить якість отриманої сільськогосподарської продукції за умов високого рівня врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Navrotskyi O. Systemic challenges in agricultural business: classification and ways to overcome them. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series "AIC Economics",* 2024. № 31. P. 40–44. https://doi.org/10.31734/economics2024.31.005.
2. Altieri M.A., Nicholls C.I. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *Journal of Peasant Studies*. 2020. Vol. 47, № 5, P. 881–898.
3. Бабан Т.О., Кулик А.Д. Економічний потенціал вітчизняного аграрного сектору в умовах війни. *Управління розвитком соціальноекономічних систем: зб. матеріалів VII Міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: ДБТУ, 2023. С. 69–72.
4. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Органічні добрива на захисті родючості ґрунту: монографія. Полтава: Полтавське товариство сільського господарства, 2022. 156 с.
5. Біологічний азот: монографія / В.П. Патика, С.Я. Коць, В.В. Волкогон, О.В. Шерстобоєва, Т.М. Мельничук, А.В. Калініченко, І.В. Гриник; за ред. В.П. Патики. Київ: Світ, 2003. 424 с.
6. Технології поліпшення родючості ґрунту / І. Шувар та ін. *Зерно.* 2016. № 2. С. 158–163.
7. Федоров М. М., Ходаківська О.В., Корчинська С. Г. Розвиток органічного виробництва. Київ: ННЦ ІАЕ, 2011. 146 с.
8. Barrett C. B. Overcoming global food security challenges through science and solidarity. *American Journal of Agriculture Economics*, Vol. 103, Issue 4, 2020. 1–26 p.
9. 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.
10. Урожайність культур сільськогосподарських за регіонами.xlsx / *ДІЯ. Портал відкритих даних*: веб-сайт 124. URL: https://data.gov.ua/en/dataset/188450fa-3a63-43b5-a783-503b52b3f847/resource/a4cc75cb-3a9d-4c97-9cfb-00f3241416be (дата звернення: 14.02.2025).
11. Виробництво сільськогосподарських культур за категоріями господарств у 2021 році / *Головне управління статистики у Харківській області*: веб-сайт. (дата звернення: 14.02.2025). URL: http://kh.ukrstat.gov.ua/2021ulturzakateg/4319-arkhiv-virobnitstvo-silskogospodarskikh-kultur-za-kategoriyami-gospodarstv-u-2021-rotsi
12. Зінчук М., Бондарчук С., Мерленко І. Електронний посібник з дисципліни «Агрохімія». Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2021. 27 с. URL:https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA%202 (дата звернення: 14.02.2025)

REFERENCES:

1. Navrotskyi, O. (2024). Systemic challenges in agricultural business: classification and ways to overcome them. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Series "AIC Economics"*. № 31. P. 40–44. https://doi.org/10.31734/economics2024.31.005.
2. Altieri, M.A., Nicholls. C.I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *Journal of Peasant Studies*. Vol. 47, № 5, P. 881–898.
3. Baban, T.O., Kulyk, A.D. (2023). Ekonomichnyi potentsial vitchyznianoho ahrarnoho sektoru v umovakh viiny [Economic potential of the domestic agricultural sector in wartime]. *Upravlinnia rozvytkom sotsialnoekonomichnykh system*: zb. materialiv VII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Kharkiv: DBTU. S. 69–72. [in Ukrainian].
4. Pysarenko, V. M., Pysarenko, P. V. (2022). Orhanichni dobryva na zakhysti rodiuchosti gruntu: monohrafiia [Organic fertilizers for soil fertility protection: monograph]. Poltava: Poltavske tovarystvo silskoho hospodarstva. 156 s. [in Ukrainian].
5. Patyka. V.P et. al. (2003). Biolohichnyi azot: monohrafiia [Biological nitrogen: monograph]/ V.P. Patyka, S. Ia. Kots, V.V. Volkohon, O.V. Sherstoboieva, T.M. Melnychuk, A.V. Kalinichenko, I.V. Hrynyk; za red. V.P. Patyky, Kyiv: Svit. 424 s.
6. Shuvar, I. et al. (2016). Tekhnolohii polipshennia rodiuchosti gruntu [Technologies for improving soil fertility]. *Zerno.* № 2. S. 158–163. [in Ukrainian].
7. Fedorov, M. M., Khodakivska. O.V., Korchynska. S. H. (2011). Rozvytok orhanichnoho vyrobnytstva [Development of organic production]. Kyiv: NNTs IAE. 146 s. [in Ukrainian].
8. Barrett, C. B. (2020). Overcoming global food security challenges through science and solidarity. *American Journal of Agriculture Economics*, Vol. 103, Issue 4. 1–26 p.

9. 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.
10. Urozhainist kultur silskohospodarskykh za rehionamy. xlsx [Yields of agricultural crops by region.xlsx] / *DIIA. Portal vidkrytykh danykh*: website. 124. URL: https://data.gov.ua/en/dataset/188450fa-3a63-43b5-a783-503b52b3f847/resource/a4cc75cb-3a9d-4c97-9cfb-00f3241416be (data zvernennia:25.12.2024). [in Ukrainian].
11. Vyrobnytstvo silskohospodarskykh kultur za katehoriiamy hospodarstv u 2021 rotsi [Production of agricultural crops by farm categories in 2021] / *Holovne upravlinnia statystyky u Kharkivskii oblasti*: website. URL: http://kh.ukrstat.gov.ua/2021ulturzakateg/4319-arkhiv-virobnitstvo-silskogospodarskikh-kultur-za-kategoriyami-gospodarstv-u-2021-rotsi (data zvernennia:14.02.2025). [in Ukrainian].
12. Zinchuk, M., Bondarchuk, S., Merlenko, I. (2021). Elektronnyi posibnyk z dystsypliny «Ahrokhimiia» [Electronic textbook for the discipline "Agrochemistry"]. Lutsk: Lutskyi natsionalnyi tekhnichnyi universytet. 27 s. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%91%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%87%D1%83%D0%BA%202 (data zvernennia:14.02.2025). [in Ukrainian].

Коляда В.П., Халін С.Ф., Ледовська З.О. Оцінка врожайності сільськогосподарських культур та оптимізація технології їх вирощування

На необхідність широкого впровадження різних оптимізаційних заходів в межах виробничо-галузевої структури аграрних підприємств вказує ціла низка економічних, екологічних та соціальних викликів. Для більш повної реалізації потенціалу рослинництва та тваринництва необхідно аналізувати рівень продуктивності сільськогосподарських культур та здійснювати періодичне внесення органічних добрив.

Мета роботи – порівняння врожайності сільськогосподарських культур за п'ять років (2017-2021 рр.) із середніми значеннями на рівні Харківської області у 2021 р. та пошук шляхів додаткового залучення відходів галузі тваринництва.

Для оцінки продуктивності основних сільськогосподарських культур (пшениця озима, кукурудза на зерно, соняшник, соя) проводили порівняння динаміки врожайності по рокам з 2017 по 2021 рр. із середніми значеннями для Харківської області, отриманими у 2021 р. та прораховували обсяги внесення гною на територію робочих ділянок господарства за існуючого поголів'я худоби.

Отримані показники врожайності по зерновим культурам в господарстві демонстрували перевищення середніх по області значень у 2021 р на рівні від 13 до 35,7%. Що ж стосується розподілу значень врожайності олійної культури – соняшника, то в порівнянні із середніми по області у 2021 р. перевищення складало 20,2%, а для сої – 10,5%. Найменші рівні врожайності спостерігали у 2017 та 2020 рр., а найвищі у 2018 та 2019 рр. Подібна ситуація спостерігалася по усим культурам, але найвищі коливання врожайності спостерігалися для пшениці озимої (від 52 ц/га у 2017 р. до 33 ц/га у 2019 р.), кукурудзи на зерно (від 75 ц/га у 2017 р. до 85 ц/га у 2019 р.) та соняшнику (від 28 ц/га у 2017 до 33 ц/га у 2019 р.). Найнижчі коливання врожайності по рокам були у сої – від 18 ц/га у 2017 до 22 ц/га у 2019 р. Додатково проводили обрахунки виходу свіжого підстилкового гною від утриманої худоби за стійловий період. Визначено, що за існуючої кількості поголів'я на рівні 1000 голів за добового виходу гною на рівні 42 кг існує можливість внесення близько 14700 т гною щорічно, що дозволяє забезпечити 735 га ріллі органічними добривами на рівні 20 т/га, або до 500 га у нормі внесення 30 т/га.

Ключові слова: рослинництво, продуктивність, органічні добрива, гній, велика рогата худоба.

Koliada V.P., Khalin S.F., Ledovska Z.O. Assessment of crop yield and optimization of their cultivation technology

A number of economic, environmental and social challenges indicate the need for widespread implementation of various optimization measures within the production and industry structure of agricultural enterprises. To more fully realize the potential of crop and livestock production, it is necessary to analyze the level of productivity of agricultural crops and periodically apply organic fertilizers.

The purpose of the work is to compare crop yields over five years (2017-2021) with average values at the level of the Kharkiv region in 2021 and find ways to additionally attract waste from the livestock industry. To assess the productivity of the main agricultural crops (winter wheat, grain corn, sunflower, soybeans), we compared the dynamics of yield over the years from 2017 to 2021 with the average values for the Kharkiv region obtained in 2021 and calculated the volumes of manure application to the territory of the farm's working areas for the existing livestock population. The obtained yield indicators for grain crops on the farm showed an excess of the average values for the region in 2021 by 13 to 35,7%. As for the distribution of yield values for oilseed crops – sunflower, compared to the average for the region in 2021, the excess was 20.2%, and for soybeans – 10.5%. The lowest yield levels were observed in 2017 and 2020, and the highest in 2018 and 2019. A similar situation was observed for all crops, but the highest yield fluctuations were observed for winter wheat (from 52 c/ha in 2017 to 33 c/ha in 2019), grain corn (from 75 c/ha in 2017 to 85 c/ha in 2019) and sunflower (from 28 c/ha in 2017 to 33 c/ha in 2019). The lowest yield fluctuations over the years were in soybeans – from 18 c/ha in 2017 to 22 c/ha in 2019. Additionally, calculations were made of the yield of fresh litter manure from kept livestock during the stall period. It was determined that with the existing livestock population of 1,000 heads and a daily manure output of 42 kg, it is possible to apply about 14,700 tons of manure annually, which allows providing 735 hectares of arable land with organic fertilizers at a rate of 20 tons/ha, or up to 500 hectares at an application rate of 30 tons/ha.

Key words: crop production, productivity, organic fertilizers, manure, cattle.

УДК 634.86(477.54)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.12

ПІДБІР СТОЛОВИХ СОРТІВ ВИНОГРАДУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

ЛЕУС В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7417-5968
Державний біотехнологічний університет
МУЛЄНОК Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9015-852X
Державний біотехнологічний університет
ШУБЕНКО Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-8938-9520
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. В Україні під столовими сортами винограду зайняті порівняно невеликі площі, у межах 15% від загальної площі виноградників, а існуючий районований сортимент за своїми агробіологічними і технологічними показниками не зовсім відповідає вимогам ринку. Багато сортів, що районують, мають низьку морозостійкість і недостатню стійкість до хвороб і шкідників [1]. Сорти ж ранніх термінів дозрівання, частенько відрізняються низькою врожайністю. Відмічені недоліки негативно позначаються на ефективності розвитку столового виноградарства і задоволенні потреби покупців у свіжому винограді, особливо у ранні терміни. **Час від часу, сортимент винограду переглядають, вводять нові цінні сорти, отримані у процесі селекційної роботи або інтродукції, та виключають менш перспективні.** На даний час, назріла гостра необхідність в оновленні і поповненні столового сортименту технологічними, високоякісними, високоврожайними, стійкими до хвороб, шкідників і морозу сортами. Це завдання може бути успішно реалізована завдяки тому, що за останній час селекціонерами створена широка гамма столових сортів винограду, що мають переваги перед районованими. Для цього необхідно було провести їх порівняльну агробіологічну оцінку і рекомендувати найкращі з них для вирощування в умовах лівобережного Лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасного стану виноградарства показує, що в останні роки спостерігаються значні зміни в розміщенні виноградників та сортовому складі насаджень. Для Харківської області важливою є проблема підбору столових сортів винограду, що характеризуються підвищеною стійкістю до морозу та основних хвороб. Це дозволяє забезпечити стабільну врожайність, зменшити ризики втрат від несприятливих погодних умов та хвороб, що важливо для сталого розвитку виноградарства в регіоні.

Леус В.В., Шубенко Л.А., Мулєнок Я.О. [4], відмічають, що при виборі сорту важливо звертати увагу на співвідношення цукрів та кислоти у ягодах винограду. За даними вчених Ковальова І., Герус Л., Федоренко М., Мулюкіна Н. [3] при підборі сортів винограду для вирощування необхідно враховувати кілька ключових факторів, які лімітують продуктивність і якість врожаю. Це, зокрема, генетично обумовлений рівень стійкості сортів до абіотичних (мороз, посуха) і біотичних (хвороби, шкідники) факторів середовища, що дозволяє знизити ризики втрат. Важливо також орієнтуватися на високу продуктивність сортів, що сприяє збільшенню врожайності, та на якість продукції, що безпосередньо впливає на економічну ефективність виноградарства. Вчені Петренко А.І., Назаренко М.М. [5], а також Штірбу А., Салівон О. [6] стверджують, що агротехніка винограду тісно пов'язана з біологічними та господарсько-цінними властивостями сорту.

За даними Федоренко М.Г. [7] сортова агротехніка передбачає такі прийоми догляду за рослинами та ґрунтом, які найбільш відповідають біологічним особливостям сорту, дозволяють максимально реалізувати його можливості для отримання високого врожаю необхідної якості у певних екологічних умовах. Вирощування сортів з оптимальним набором господарсько-цінних ознак є запорукою рентабельного виробництва винограду.

Метою досліджень було підібрати найбільш врожайні столові сорти винограду пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов в Харківської області.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2022-2023 р. у СФГ «Ревік», що знаходиться у Зміївському районі Харківської області. Виноградник закладено у 2012 році та займає площу 0,8 га. Дослідження проводили з 4 столовими сортами винограду Аркадія, Кишмиш 342, Кодрянка, Талісман. Виноградник знаходиться на системі краплинного зрошення. Схема садіння 3 х 3 м, виноград сформований за типом чотирьох рукавної безштамбової віялової форми.

Дослід закладено у 3 кратній повторності по 5 облікових кущів у кожній повторності. Обліки та спостереження на винограднику проводили за методикою Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. [2].

Під час проведення досліджень визначали кількість утворених пагонів шляхом підрахунку по кожному кущі, кількість плодоносних, кількість безплідних пагонів, кількість грон, коефіцієнт плодоношення (відношення загальної кількості грон до загальної кількості пагонів на кущі), коефіцієнт плодоносності (відношення загальної кількості грон до кількості плодоносних пагонів на кущі), середню масу грона – шляхом зважування 100 грон та послідуючим діленням добутку на 100, урожайність визначали шляхом зважування грон з куща помноживши на кількість кущів на 1 га.

Результати досліджень. Для ефективного вирощування винограду важливим аспектом є правильне розміщення рослин на площі, що залежить від габаритних розмірів кущів та інтенсивності їх ростових процесів. У ході досліджень встановлено, що всі облікові кущі мали добрий ріст і розвиток, не демонструючи значних відхилень у досліджуваних параметрах як у межах повторень, так і варіантів в цілому. Це свідчить про стабільність ростових характеристик і ефективність обраних умов для вирощування винограду (рис. 1). Кількість пагонів є важливим показником, який безпосередньо впливає на урожайність винограду і залежить від сортових особливостей. Так, для кожного сорту рекомендовано формувати певну кількість пагонів на кущі.

За результатами досліджень, сорт Кодрянка демонструє найбільшу кількість утворених пагонів серед усіх досліджуваних сортів. У 2022 році середній показник для цього сорту становив 36,3 шт./куща, що значно перевищувало контроль на 6,7 шт./куща і сорти Кишмиш 342 та Талісман на 10,3 і 12,7 більше відповідно. У наступному році найбільшу величину аналізованого показника, як і в попередньому, отримано для сорту Кодрянка, що на 5,5 шт./куща більше порівняно з контролем. Крім того значно більшу кількість пагонів сорт Кодрянка забезпечив порівняно з сортами Кишмиш 342 та Талісман.

Протягом років досліджень середня кількість пагонів на кущах сорту Кодрянка становила 35,8 шт./куща, що на 5,8 шт./куща більше порівняно з контролем, а найменшу кількість пагонів було зафіксовано на сорту Талісман – 24,5 шт./кущ. Це свідчить про високий потенціал сорту Кодрянка щодо формування пагонів, що може позитивно впливати на загальну продуктивність виноградників.

Коефіцієнт плодоношення є важливим показником, що відображає ефективність використання пагонів для утворення грон.

За результатами досліджень, сорт Кодрянка демонструє найвищий коефіцієнт плодоношення як у 2022, так і в 2023 роках порівняно з іншими сортами.

У 2022 році цей показник становив 0,72 шт./пагін, а в 2023 році – 0,70 шт./пагін, що значно перевищує показники інших сортів.

Найбільший коефіцієнт плодоношення, як і кількість пагонів забезпечив сорт Кодрянка 0,71 шт./пагін, що переважало показники інших досліджуваних сортів. Найменший коефіцієнт плодоношення зафіксовано на сорту Талісман – 0,39 шт./пагін. Сорти Аркадія та Кишмиш 342 не продемонстрували значних відмінностей у цьому показнику. Це свідчить про високу ефективність сорту Кодрянка в умовах лівобережного Лісостепу України, що забезпечує кращу продуктивність за рахунок більшого використання пагонів для плодоношення.

Кількість грон на одному кущі є важливим показником, який безпосередньо впливає на урожайність винограду (табл. 1). Оптимальним вважається показник від 0,8 до 1,1 шт. грон на один утворений пагін [5].

У 2022 році сорт Кодрянка продемонстрував найвищу кількість грон, яка становила 26,3 шт./куща, що значно перевищувало показники інших сортів. Істотну різницю було відмічено також між контролем та сортами Кишмиш 342 та Талісман. Найменшу кількість грон на кущі мав сорт Талісман – 8,6 шт./кущ, що вказує на низьку продуктивність цього сорту порівняно з іншими. Це свідчить про високий потенціал сорту Кодрянка у формуванні грон і, відповідно, високий рівень урожайності.

У 2023 році, аналогічно попередньому року, максимальну кількість грон зафіксовано на кущах сорту Кодрянка – 25,2 шт./кущ, що істотно більше порівняно з іншими сортами. Варто відмітити, що контрольний сорт Аркадія за величиною аналізованого показника переважав такі сорти як Кишмиш 342 та Талісман на 4,4 та 10,3 шт./куща, відповідно. Причому ця різниця була істотною.

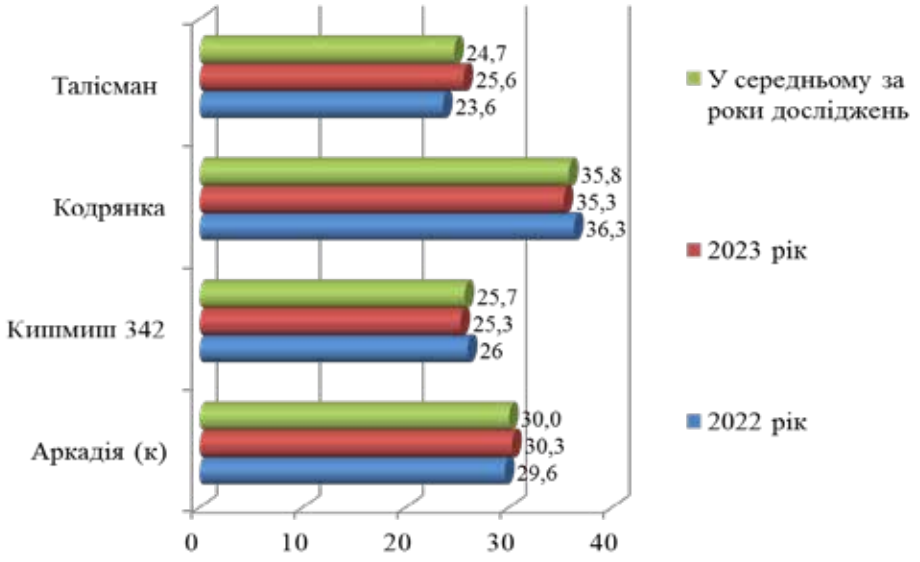


Рис. 1. Кількість утворених пагонів залежно від сорту, шт./кущ

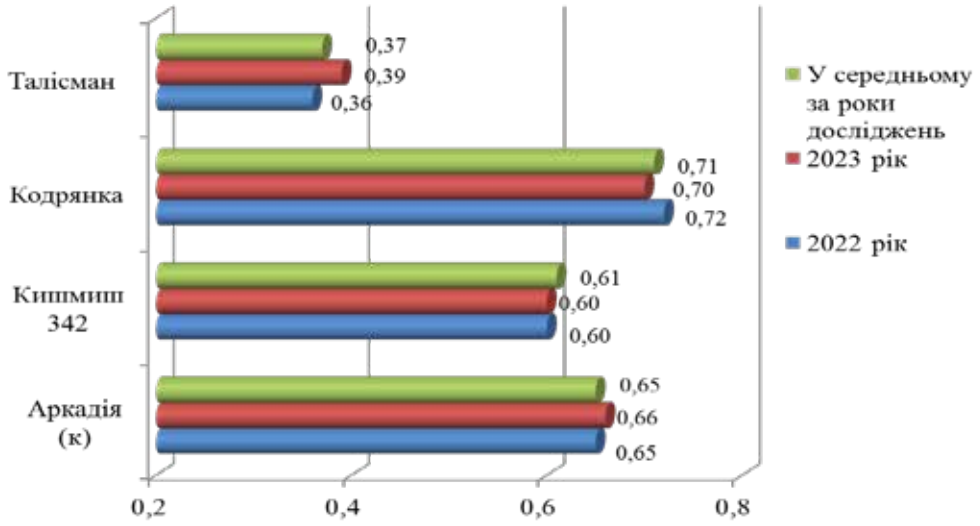


Рис. 2. Коефіцієнт плодоношення залежно від сорту, шт./пагін

Таблиця 1

Кількість грон залежно від сорту, шт./кущ

Сорт	2022 р.	2023 р.	У середньому за роки досліджень
Аркадія (к)	19,6	20,3	19,9
Кишмиш 342	15,6	15,3	15,4
Кодрянка	26,3	25,3	25,8
Талісман	8,6	10,3	9,4
$НІР_{05}$	*2,07*	*1,44*	

Таблиця 2

Середня маса грона залежно від сорту, г

Сорт	2022 р.	2023 р.	У середньому за роки досліджень
Аркадія (к)	750	783	766
Кишмиш 342	766	650	708
Кодрянка	633	686	660
Талісман	1016	1150	1083
$НІР_{05}$	*173,2*	*138,0*	

Таблиця 3

Урожайність кущів винограду залежно від сорту, т/га

Сорт	2022 р.	2023 р.	У середньому за роки досліджень
Аркадія (к)	16,4	17,7	17,0
Кишмиш 342	13,4	11,1	12,2
Кодрянка	19,3	20,1	19,7
Талісман	10,1	13,7	11,9
$НІР_{05}$	*3,6*	*2,9*	

У середньому за роки досліджень максимальну кількість грон мали кущі сорту Кодрянка 25,8 шт./дер, що було значно більше порівняно з іншими сортами. Так, з контрольним сортом різниця склала 5,9 шт./кущ. Найменшу ж кількість грон отримано на кущах сорту Талісман 9,4 шт./кущ.

Маса грона залежить від кількості їх на пагоні. Недотримання нормування врожайності призводить до зменшення маси грона, погіршує товарну якість винограду. За результатами наших досліджень у 2022 р. найбільшу масу грона мав сорт Талісман 1016 г, що було істотно більше порівняно з іншими досліджуваними сортами. Найменшими ж грона були у сортів Аркадія та Кишмиш 342. Хоча маса грон цих сортів відповідала середнім показникам, що характеризують даний сорт.

У 2023 р. найбільшу масу грона також мав сорт Талісман 1150 г. Найменшу величину аналізованого показника, відмічено для сорту Кишмиш 342 – 650 г.

Варто відмітити, що середня маса грона майже не змінилася протягом років досліджень.

За результатами досліджень, сорт Талісман продемонстрував найбільшу середню масу грона, що становила 1083 г, що суттєво перевищує показники інших досліджуваних сортів. Дещо меншу масу грона порівняно з сортом Талісман мали кущі сорту Аркадія 766 г. Найменшу величину аналізованого показника отримано на сорті Кодрянка – 660 г.

Урожайність є ключовим показником, що визначає економічну ефективність вирощування винограду. За результатами досліджень у 2022 році найменшу урожайність продемонстрував сорт Талісман – 10,1 т/га, а максимальну урожайність забезпечив сорт Кодрянка – 19,3 т/га. У 2023 році спостерігалася аналогічна тенденція, з загальним збільшенням врожайності по всіх сортах, за винятком сорту Кишмиш 342, у якого урожайність зменшилася на 2,3 т/га порівняно з попереднім роком. Це підкреслює стабільність сортів Кодрянка та Аркадія у забезпеченні високих показників урожайності, що має важливе значення для оптимізації виноградарства.

За результатами досліджень, сорт Кодрянка продемонстрував найбільшу середню урожайність, що становила 19,7 т/га. Це свідчить про високий потенціал цього сорту для отримання стабільного та значного врожаю, що робить його перспективним для вирощування в умовах Лісостепу України. Дане значення отримано за рахунок максимальної кількості грон та досить високої середньої ваги. Варто відмітити, що контрольний сорт Аркадія має істотно більшу урожайність порівняно з сортами Кишмиш 342 та Талісман.

Висновки. Таким чином, враховуючи отримані результати досліджень, столові сорти винограду Кодрянка та Аркадія забезпечивши максимальну урожайність з одиниці площі, показавши високу адаптивність до грунтово-кліматичних умов, можуть бути рекомендовані для комерційного вирощування в умовах Харківської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Власов В.В., Джабурія Л.В., Белоус І.В. Сучасний стан та перспективи розвитку виноградарсько-виноробної галузі. *Виноградарство та виноробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*, 2014. Вип. 51. С. 45-49.
2. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. К.: Дія. 2005. 288 с.
3. Ковальова І., Герус Л., Федоренко М., Мулюкіна Н. Перспективні столові сорти та форми винограду. *Пропозиція*. 2017. № 7-8. С. 176-179.
4. Леус В.В., Шубенко Л.А., Мулєнок Я.О. Вміст цукру та кислоти у ягодах столового винограду залежно від сорту. *“Актуальні аспекти розвитку науки і освіти”: IV міжнародна науково-практична конференція науково-педагогічних працівників та молодих науковців, 24-25 жовтня 2024 року., м. Одеса: Одеський державний аграрний університет,* 2024. С. 390-392 https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2024/11/Zbirnyk-materialiv_24-25.10.2024.pdf
5. Петренко А. І., Назаренко М. М. Особливості формування врожайності у столових сортів винограду. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 211-215.
6. Штірбу А., Салівон О. Сортова агротехніка винограду. *Садівництво та Овочівництво. Технології та Інновації.* 2023. № 3 (36). С. 76-78.
7. Федоренко М.Г. Удосконалення сортименту столового винограду України на основі оцінки рівня прояву господарськоцінних ознак гібридних форм селекції ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» Автореф. дис. … канд. с.-г. наук : 06.01.08. Одеса, 2021. 24 с.

REFERENCES:

1. Vlasov, V.V., Dzhaburiia, L.V., & Belous, I.V. (2014). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku vynohradarsko-vynorobnoi haluzi. [The current state and prospects for the development of the viticulture and wine industry]. *Vynohradarstvo ta vynorobstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirny,* Vol. 51, 45-49 [in Ukrainian]
2. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., & Kostohryz, P.V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: Pidruchnyk. [Basics of scientific research in agronomy: a textbook]. Kyiv: Diya [in Ukrainian]
3. Kovalova, I., Herus, L., Fedorenko, M., & Muliukina, N. (2017). Perspektyvni stolovi sorty ta formy vynohradu. [Promising table varieties and forms of grapes]. *Propozytsiia,* 7-8, 176-179 [in Ukrainian]
4. Leus, V.V., Shubenko, L.A., & Mulienok, Ya.O. (2024). Vmist tsukru ta kysloty u yahodakh stolovoho vynohradu zalezhno vid sortu. [Sugar and acid content in table grape berries depending on the variety]. *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity* : IV mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv. Odesa: Odeskyi derzhavnyi ahrarnyi universytet, 390-392 URL: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2024/11/Zbirnyk-materialiv_24-25.10.2024.pdf [in Ukrainian]
5. Petrenko, A.I., & Nazarenko, M.M. (2023). Osoblyvosti formuvannia vrozhainosti u stolovykh sortiv vynohradu. [Features of yield formation in table grape varieties]. *Ahrarni innovatsii*, 18, 211-215 [in Ukrainian]
6. Shtirbu, A., & Salivon, O. (2023). Sortova ahrotekhnika vynohradu. [Varietal agricultural technology of grapes] *Sadivnytstvo ta Ovochivnytstvo. Tekhnolohii ta Innovatsii*, 3 (36), 76-78 [in Ukrainian]
7. Fedorenko, M.H. (2021*).* Udoskonalennia sortymentu stolovoho vynohradu Ukrainy na osnovi otsinky rivnia proiavu hospodarskotsinnykh oznak hibrydnykh form selektsii NNTs «IViV im. V. Ye. Tairova» [Improvement of the assortment of table grapes of Ukraine based on the assessment of the level of manifestation of economically valuable traits of hybrid forms of NSC selection «V.Ye. Tairov institute of viticulture and winemaking».] Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupennia kandydata silskohospodarskykh nauk za spetsialnistiu 06.01.08 – vynohradarstvo. Odesa. [in Ukrainian]

Леус В.В., Мулєнок Я.О. Шубенко Л.А. Підбір столових сортів винограду для вирощування в умовах Харківської області

В Україні під столовими сортами винограду зайняті порівняно невеликі площі, в межах 15% від загальної площі виноградників, а існуючий районований сортимент за своїми агробіологічними і технологічними показниками не зовсім відповідає вимогам ринку. Для ґрунтово-кліматичних умов Харківської області залишається актуальним питання підбору столових сортів винограду.

Метою досліджень було підібрати найбільш врожайні столові сорти винограду пристосовані до ґрунтово-кліматичних умов в Харківської області.

Дослідження проводили впродовж 2022-2023 році у СФГ Ревік, що знаходиться у Зміївському районі Харківської області. Об'єктами досліджень стали наступні сорти: Аркадія (контроль), Кишмиш 342, Кодрянка, Талісман

Встановлено, що максимальну кількість пагонів забезпечив сорт Кодрянка 35,8 шт./куща, що на 5,8 шт/куща більше порівняно з контролем. Найменшу ж величину аналізованого показника зафіксовано на кущах сорту Талісман 24,5 шт/кущ. Найбільший коефіцієнт плодоношення, як і кількість пагонів отримано для кущів сорту Кодрянка 0,71 шт./пагін, що істотно більше порівняно з іншими сортами. Мінімальне значення отримано для сорту Талісман – 0,39 шт./пагін. Між сортами Аркадія та Кишмиш 342 істотної різниці не відмічено.

Доведено, що сорт Кодрянка також мав максимальну кількість грон 25,8 шт./дер, що було значно більше порівняно з іншими сортами. Так, з контрольним сортом різниця склала 5,9 шт./ кущ. Найменшу ж кількість грон відмічено на кущах сорту Талісман 9,4 шт./кущ.

У середньому за роки досліджень найбільшу середню масу грона отримано для сорту Талісман – 1083 г, що було істотно більше порівняно з сортами Кишмиш 342 та Кодрянка. Дещо меншу величину аналізованого показника, порівняно з сортом Талісман, мали кущі сорту Аркадія 766 г. Мінімальну ж масу грона відмічено для сорту Кодрянка – 660 г.

Підтверджено, що вирощування сорту Кодрянка забезпечує максимальну урожайність – 19,7 т/га. Контрольний сорт Аркадія має істотно більшу урожайність порівняно з сортами Кишмиш 342 та Талісман.

Отже, у ґрунтово-кліматичних умовах лівобережного Лісостепу України рекомендуємо вирощувати столові сорти винограду Кодрянка та Аркадія, які забезпечують максимальну урожайність з одиниці площі.

Ключові слова: виноград, сорт, рентабельність, якість, урожайність.

Leus V.V., Mulenok Ya.O., Shubenko L.A. Selection of table grape varieties for cultivation in Kharkiv region

In Ukraine, there are relatively small areas occupied by table grape varieties, within 15% of the total area of vineyards, and the existing zoned assortment in terms of its agrobiological and technological indicators does not quite meet the requirements of the market. For the soil and climatic conditions of Kharkiv region, the issue of selecting table grape varieties remains relevant.

The purpose of the research was to select the most productive table grape varieties adapted to the soil and climatic conditions of Kharkiv region.

The research was conducted during 2022-2023 at the Revik farm, located in Zmiiv district of Kharkiv region. The following varieties were studied: Arkadiya (control), Kishmysh 342, Kodryanka, Talisman.

It was found that the maximum number of clusters was provided by the Kodryanka variety 35.8 pcs/bush, which is 5.8 pcs./bush more compared to the control. The smallest number of clusters was obtained on the bushes of the Talisman variety 24.5 pcs/bush. The maximum fruiting coefficient, as well as the number of vines, was obtained on the bushes of the Kodryanka variety 0.71 pcs/vine, which is significantly more compared to other varieties. The bushes of the Talisman variety had the lowest value – 0.39 pcs/vine. No significant difference was noted between the Arkadiya and Kishmysh 342 varieties.

It was proven that the Kodryanka variety formed the maximum number of clusters of 25.8 pcs/bush, which was significantly more compared to other varieties. Thus, with the control variety, the difference was 5.9 pcs/bush. The smallest number of clusters was noted on the bushes of the Talisman variety – 9.4 pcs/bush.

On average, during the study period, the largest average mass of the cluster was obtained for the Talisman variety – 1083 g, which is 375 and 423 grams more compared to the Kishmysh 342 and Kodryanka varieties, respectively. The bushes of the Arkadiya variety had a somewhat smaller value of the analyzed indicator compared to the Talisman variety – 766 g. The smallest mass of the cluster was noted for the Kodryanka variety – 660 g.

It was confirmed that the cultivation of the Kodryanka variety provides maximum yield – 19.7 t/ha. The control variety Arcadia has a significantly higher yield compared to the varieties Kishmish 342 and Talisman.

Therefore, in the soil and climatic conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, we recommend growing table grape varieties such as Kodryanka and Arkadiya, which provide maximum yield per unit area.

Key words: variety evaluation, bunch weight, fruiting coefficient, quality, yield.

УДК 631.526.32:633.11:632:631.53.04
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.13

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІЗНИХ СХЕМ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТА СТРОКІВ СІВБИ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ

ЛІКАР Я.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1241-8634
Національний університет біоресурсів і природокористування України
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

Постановка проблеми. Важливе значення має енергетична оцінка вирощування агрокультур, оскільки вона забезпечує отримання інформації стосовно витрат та прибутків енергії, а енергетичні показники меншою мірою змінюється порівняно з економічними параметрами агротехнологій (наприклад, реалізаційна ціна 1 т зерна пшениці, вартість на придбання та проведення поливів, вартість пального, мінеральних добрив, пестицидів, технічних засобів тощо). Також енергетичний аналіз дозволяє встановити можливість ресурсозбереження та рекомендувати виробництву енергоощадні технології виробництва агрокультур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При плануванні технології вирощування польових культур у посушливих умовах Південного Степу України особливу увагу необхідно приділяти енергозберігаючим і екологічно чистим технологіям. У зв'язку з високими ресурсними витратами на вирощування пшениці озимої актуальним стає пошук зменшених усіх видів енерговитрат. Зрошення є важливим ланцюгом технології, фактором підвищення врожайності всіх агрокультур. У різних ґрунтово-кліматичних зонах необхідно підбирати сорти або гібриди, які придатні для зрошення та забезпечують найвищу окупність поливної води [1].

Енергетичний аналіз сумісно з економічним також забезпечує можливість провести оцінку ефективності технологій вирощування різних за біологічними особливостями й генетичним потенціалом культур, а також ефективності застосування окремих елементів агротехнологій у землеробстві й рослинництві [2, 3].

Особливістю розвитку сільського господарства на сучасному етапі є те, що збільшення врожайності у 2–3 рази супроводжується зростанням витрат непоновлюваної енергії на одиницю продукції в декілька разів. Це дає підставу розглядати виробництво продуктів рослинництва як енергетичну проблему [4]. Однією з найважливіших передумов зростання виробництва сільськогосподарської продукції є раціональне використання енергетичних ресурсів. Для оцінки ефективності того чи іншого технологічного заходу не можна обмежуватись лише економічною ефективністю, яка значною мірою визначається кон'юнктурою ринку [5, 6]. Більш об'ємною і об'єктивною оцінкою ефективності виробництва є визначення затрат сукупної енергії і співставлення її з енергетикою урожаю. Одним зі шляхів підвищення ефективності енерговикористання при виробництві продукції рослинництва є оптимізація технологічних прийомів та збільшення виходу продукції з одиниці площі [7].

За умов, коли агровиробництво відчуває дефіцит ресурсного потенціалу, а виробництво енергії поступово дорожчає, важливе значення має енергетична оцінка розроблених технологій. Оскільки одержання максимальної кількості рослинницької продукції за мінімальних затрат енергії є пріоритетним і необхідним завданням сучасної аграрної науки [8, 9]. Економічні методи оцінки технологій вирощування агрокультур у певній мірі є недостатніми, оскільки мають значні коливання, що зумовлені ціновою політикою. Енергетичний аналіз дає можливість уникнути цих коливань й отримати більш об'єктивну характеристику технологічних процесів вирощування рослин. Отже, економічна і енергетична оцінки технологічних процесів вирощування агрокультур взаємодоповнюють одна одну і мають актуальне значення для сучасного агровиробництва України [10].

Енергетичний аналіз допомагає розкрити науково обґрунтовані підходи до вдосконалення структури посівних площ з метою ресурсо- та енергозбереження особливо в умовах зміни клімату.

Оскільки детальний аналіз впливу запропонованих агротехнічних заходів на продуктивність сортів пшениці озимої м'якої [11–13], в даному дослідженні основна увага приділялась виключно енергетичній оцінці елементам удосконалених технологій.

Мета. Провести енергетичний аналіз розроблених елементів агротехніки вирощування сортів пшениці м'якої озимої на зрошенні.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження першого досліду проводили протягом 2010–2013 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН, що знаходиться в південно-західній частині Херсонської області у 12 км від м. Херсона на землях Інгулецької зрошувальної системи.

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 м^2, облікова – 50 м^2.

Дослідження другого досліду проводили протягом 2012–2015 років на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Двофакторний дослід (фактор А – строк сівби, В – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м^2, облікова – 50 м^2. Попередник – чистий пар. Строк сівби пшениці м'якої озимої: 5 вересня, 15 вересня, 25 вересня, 5 жовтня, 15 жовтня.

Дослідження третього досліду проводили протягом 2017–2020 рр. на дослідному полі Інституту зрошуваного землеробства НААН (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН. Двофакторний дослід (фактор А – сорт, В – система захисту рослин) закладали методом рендомізованих розщеплених блоків. Повторність чотириразова, посівна площа ділянки третього порядку – 75 м^2, облікова – 50 м^2. Попередник – чистий пар.

Об'єктом досліджень слугували наступні сорти. Сорт пшениці озимої Кохана. Оригінатор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Кортокостебловий сортотип. Характеризується високою репродуктивною здатністю, стійкий до вилягання. Морозостійкість вище середньої, посухостійкий. Сорт пшениці озимої Овідій. Оригінатор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *lutescens*. Сорт є одним з найбільш зимостійких в Україні – до 95% перезимівлі (рослини протягом 85 днів знаходись під кригою). Морозостійкість вище середньої, посухостійкість і термостійкість високі. Сорт пшениці озимої Марія. Оригінатор: Інститут зрошуваного землеробства НААН. Різновид *erythrospermum*. Стійкий до вилягання та ураження хворобами. Посухостійкий. Сорт пшениці м'якої озимої Зіра. Оригінатор: ДУ Інститут зернових культур НААН, Синельниківська селекційно-дослідна станція Інституту зернових культур НААН. Сорт середньоранній, вегетаційний період 286–295 діб. Відноситься до сильних сортів пшениці. Висока зимостійкість. Потужний стартовий ріст.

В системі захисту рослин використовували наступні пестициди. Біопрепарат Трихопсин БТ. Мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної та рістстимулювальної дії. Діючою основою препарату є міцелій, спори гриба із роду *Trichoderma* та ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче 2,0·10^{10} КУО/см^3, а також біологічно-активні речовини, що продукують штами-продуценти.

Інсектицид Нурел Д (Хлорпіріфос – 500 г/л, Іпермітрин – 50 г/л). Хімічна група – фенілпірозоліни. Препаративна форма – концентрат емульсії. Шкодочинний об'єкт: злакові попелиці, клоп шкідлива черепашка, п'явиці, хлібна жужелиця, хлібні жуки. Спосіб та час обробки: обприскування в період вегетації. Норми витрати препарату: 0,5–0,75 л /га.

Фунгіцид Фалькон (Bayer). Діюча речовина: тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л + спіроксамін, 250 г/л. Препаративна форма: концентрат, що емульгується. Механізм дії – діючі речовини препарату є інгібіторами біосинтезу стеролів. Об'єкт: борошниста роса, септоріоз, бура іржа, фузаріоз листя. Норма витрати 0,6 л/га. Строк застосування: кущіння, прапорцевий лист. Максимальна кількість обробок – 1.

Дослідження проводили згідно загальновизнаної методики польових дослідів [14].

Результати досліджень. Енергетичні показники першого досліду були тісно пов'язані з економічною ефективністю вирощування досліджуваних культур залежно від досліджуваних факторів впливу, а також взаємодії природних та агротехнологічних чинників.

У першому польовому досліді визначено, що максимальне надходження енергії з врожаєм пшениці озимої – 93,1 ГДж/га, було досягнуто у варіанті з сортом Марія за першого строку сівби (20 вересня) на фоні дотримання хімічного захисту рослин (табл. 1). При цьому даний показник зменшився на 16,2% (до 80,1 ГДж/га) за вирощування досліджуваного сорту Овідій з висіванням 10 жовтня (третій строк) та без захисту рослин.

Витрати енергії на технологію вирощування пшениці озимої слабко відрізнялись за досліджуваними факторами та їх варіантами. Найменшими вони булу у контрольних варіантах незалежно від сортового складу та строків сівби – в межах 28,5–30,0 ГДж/га. Зростання до 30 ГДж/га зафіксували у варіанті з хімічним захистом на сорті Марія за строку сівби 20 вересня, що пов'язано зі зростанням витрат на збирання, транспортування та хімічний захист за однакового рівня витрат щодо сортового складу та строків сівби.

У варіанті з сортом Марія за сівби 20 вересня (перший строк) та з дотриманням хімічного захисту рослин відбулося зростання приросту енергії до найвищої величини – 63,1 ГДж/га. Мінімальним даний енергетичний показник (51,6 ГДж/га) виявися за зниженням 22,3% виявися за вирощування сорту Овідій без захисту рослин та за перенесенням сівби на 10 жовтня (третій строк).

Коефіцієнт енергетичної ефективності розробленої технологій вирощування пшениці озимої виявися дуже високим – понад 2,81 у всіх сполученнях досліджуваних факторів та їх варіантів. Цей показник перевищував 3,0 у сорту Овідій за сівби у перший строк (20.09) за хімічного захисту, другий строк (01.10) – за біологічного та хімічного захисту, а у третій строк (10.10) – ідентично з першим строком – лише за хімічного. На інших досліджуваних сортах відзначена схожа закономірність зростання коефіцієнту енергетичної ефективності у варіантах з біологічним та хімічним захистом, проте біологічний захист перевищував 3,0 у сортів Марія та Кохана тільки за першого строку сівби (20 вересня).

Енергоємність 1 тонни зерна пшениці озимої зросла до 4,54 ГДж/т у сорту Овідій за сівби у третій строк та без використання біологічних або хімічних засобів захисту рослин. Найраціональніше використання енергії з мінімальним досліджуваним показником (4,11 ГДж/т)

Таблиця 1

Енергетична ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від строків сівби і захисту рослин, дослід 1 (середнє за 2010–2013 рр.)

Сорт (фактор А)	Строки сівби (актор В)	Захист рослин (фактор С)	Енергетичні показники				
			надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго-ємність, ГДж/т
Овідій	Перший (20.09)	Контроль (обробка водою)	80,8	28,5	52,3	2,83	4,51
		Біозахист	86,7	29,5	57,2	2,94	4,35
		Хімзахист	89,9	29,8	60,1	3,02	4,23
	Другий (01.10)	Контроль (обробка водою)	84,0	28,7	55,3	2,93	4,36
		Біозахист	89,1	29,6	59,5	3,01	4,25
		Хімзахист	92,6	29,9	62,7	3,09	4,13
	Третій (10.10)	Контроль	80,1	28,5	51,6	2,81	4,54
		Біозахист	85,7	29,5	56,2	2,91	4,39
		Хімзахист	89,9	29,8	60,1	3,02	4,23
Марія	Перший (20.09)	Контроль (обробка водою)	83,1	28,6	54,5	2,90	4,40
		Біозахист	89,4	29,6	59,7	3,02	4,24
		Хімзахист	93,1	30,0	63,1	3,11	4,11
	Другий (01.10)	Контроль (обробка водою)	82,5	28,6	53,9	2,88	4,43
		Біозахист	87,9	29,6	58,3	2,97	4,30
		Хімзахист	91,2	29,9	61,3	3,05	4,18
	Третій (10.10)	Контроль	81,9	28,6	53,3	2,86	4,46
		Біозахист	86,2	29,5	56,7	2,92	4,37
		Хімзахист	88,0	29,7	58,3	2,96	4,31
Кохана	Перший (20.09)	Контроль (обробка водою)	85,4	28,8	56,7	2,97	4,30
		Біозахист	89,3	29,6	59,6	3,01	4,24
		Хімзахист	89,8	29,8	60,0	3,01	4,24
	Другий (01.10)	Контроль (обробка водою)	86,5	28,8	57,6	3,00	4,26
		Біозахист	88,6	29,6	59,0	2,99	4,27
		Хімзахист	90,9	29,8	61,1	3,05	4,19
	Третій (10.10)	Контроль (обробка водою)	85,0	28,7	56,3	2,96	4,32
		Біозахист	88,5	29,6	58,9	2,99	4,27
		Хімзахист	89,6	29,8	59,9	3,01	4,24

зафіксували у варіанті, де вирощували сорт Марія за першого строку сівби та з дотриманням хімічного захисту рослин. Отже, різниця між цими крайовими значеннями слала 10,5%.

Згідно аналізу енергетичних показників з уточнення строків сівби із взаємодією із захистом рослин при вирощуванні пшениці озимої на поливних землях Півдня України доведено, що надходження валової продукції зросло до понад 82 ГДж/га за сівби 15 і 25 вересня та за хімічного захисту рослин від шкідливих організмів. У варіанті, де не використовували засоби біологічного та хімічного захисту та запізненні із сівбою (5 варіант – сівба 15 жовтня) відбулося падіння цього показника на 25,8–26,5%.

Різниця по другому досліджуваному показнику (витрати енергії на вирощування пшениці озимої) слабко змінювались за досліджуваними варіантами, оскільки враховуючи слабкі зміни витрат при перенесенні строків сівби та несуттєвій різниці між варіантами

Таблиця 2

Енергетична ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби, дослід 2 (середнє за 2012–2015 рр.)

Строк сівби (фактор А)	Захист рослин (фактор В)	Енергетичні показники				
		надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго-ємність, ГДж/т
5 вересня	Без захисту	69,0	25,5	43,5	2,71	4,73
	Біологічний	72,9	26,8	46,1	2,72	4,69
	Хімічний	75,7	27,4	48,4	2,77	4,50
15 вересня	Без захисту	73,8	25,7	48,1	2,87	4,44
	Біологічний	77,9	26,9	51,0	2,90	4,41
	Хімічний	82,6	27,5	55,2	3,01	4,14
25 вересня	Без захисту	72,2	25,5	46,7	2,83	4,51
	Біологічний	77,9	26,8	51,1	2,91	4,39
	Хімічний	82,2	27,4	54,9	3,01	4,13
5 жовтня	Без захисту	70,9	25,6	45,3	2,77	4,62
	Біологічний	75,9	26,9	49,0	2,82	4,53
	Хімічний	77,0	27,5	49,6	2,81	4,45
15 жовтня	Без захисту	65,3	25,6	39,7	2,55	5,01
	Біологічний	71,4	26,8	44,6	2,66	4,80
	Хімічний	72,3	27,4	45,0	2,64	4,72

з витратами на біологічний та хімічний захист різниця між крайовими значеннями склала 7,5%. При цьому за всіх строків сівби мінімальні показники були у контрольному варіанті, а максимальними – за хімічного захисту.

Приріст енергії збільшився до 55,2 ГДж/га у варіанті з хімічним захистом та сівбою пшениці озимої 15 вересня (другий строк). Зниження цього показника енергетичної ефективності на 38,3% (до 39,7 ГДж/га) відбулося у варіанті з висіванням культури 15 жовтня (п'ятий строк) без захисту рослин.

Коефіцієнт енергетичної ефективності як і приріст енергії характеризувався максимальною величиною – понад 3,0, за висівання культури, продуктивність якої досліджували, 15 вересня із дотриманням хімічної системи захисту від шкідливих об'єктів.

Максимальні витрати енергії на формування одиниці кінцевої рослинницької продукції на рівні 5,01 ГДж/га проявились за перенесення сівби на 15 жовтня (п'ятий строк) за відсутності біологічного або хімічного захисту рослин. Мінімальні значення даного показника у межах 4,13 ГДж/т сформувалися за сівби 25 вересня на фоні дотримання хімічної системи захисту рослин, що було менше на 21,3% за найвищий результат та свідчить про найбільш раціональне використання сукупної енергії при вирощуванні досліджуваних сортів пшениці озимої.

У третьому польовому досліді з пшеницею озимої встановлена суттєва різниця на рівні 29,9% між крайовими значеннями надходження сукупної енергії з врожаєм досліджуваної культури (табл. 3). При цьому мінімальне значення (66,7 ГДж/га) одержано у контрольному варіанті фактору В за вирощування сорту Зіра.

Витрати енергії на формування розробленої технології вирощування пшениці озимої в умовах зрошення Півдня України характеризувались певною стабільні й змінювались у діапазоні від 36,1 ГДж/га (сорт Зіра, контроль без захисту рослин) до 37,3 ГДж/га (сорт Овідій, інтегрований захист рослин). Отже, найвища різниця між досліджуваними варіантами склала лише 3,4%.

Навпаки, приріст енергії проявив високі коливання як за сортовим складом, так і за варіантами захисту рослин. Так, мінімальним даний показник енергетичної ефективності 30,6 ГДж/га у варіанті з сортом Зіра без захисту рослин (контроль з обробкою чистою водою), а у варіанті з сортом Овідій за інтегрованого захисту рослин підвищилась на 61,1% (до 49,4 ГДж/га).

Коефіцієнт енергетичної ефективності, який відносять до найважливіших енергетичних показників, був менше 2,0 у варіантах з сортом Зіра без захисту рослин, а також за біологічної системи захисту від шкідливих організмів. До 2,32, або на 25,1–25,7% цей показник підвищився за вирощування сорту Овідій за дотримання інтегрованої системи захисту рослин.

Енергоємність 1 тонни зерна підвищилася до 7,2–7,6 ГДж у варіантах з біозахистом, а також у контрольному варіанті першого строку сівби за вирощування сорту Зіра. Найменші витрати енергії на формування 1 тонни врожаю зерна пшениці озимої (6,0–6,2 ГДж) зафіксували у сорту Овідій за формування хімічного та інтегрованого захисту рослин, що свідчить про енергетичну перевагу даного сполучення досліджуваних варіантів.

Висновки. Найвищий приріст енергії у межах 63,1 ГДж/га сформувався на сорті Марія за сівби 20 вересня та при застосуванні хімічного захисту рослин. Коефіцієнт енергетичної ефективності розробленої технологій вирощування пшениці озимої виявися дуже високим – понад 2,81 у всіх сполученнях досліджуваних факторів та їх варіантів. Енергоємність зерна пшениці озимої була максимальною (4,54 ГДж/т) на сорті Овідій за третього строку сівби та без захисту рослин.

Таблиця 3

Енергетична ефективність вирощування сортів пшениці озимої різного екологічного походження залежно від впливу захисту рослин, дослід 3 (середнє за 2017–2020 рр.)

Сорт (А)	Захист рослин (В)	Енергетичні показники				
		надходження енергії, ГДж/га	витрати енергії, ГДж/га	приріст енергії, ГДж/га	коефіцієнт енергетичної ефективності	енерго-ємність, ГДж/т
Зіра	Без захисту	66,7	36,1	30,6	1,85	7,6
	Біологічний	70,8	36,5	34,3	1,94	7,2
	Хімічний	77,6	36,8	40,8	2,11	6,7
	Інтегрований	82,1	37,2	44,9	2,21	6,4
Овідій	Без захисту	73,5	36,3	37,2	2,02	6,9
	Біологічний	76,6	36,7	39,9	2,09	6,7
	Хімічний	83,6	37,0	46,6	2,26	6,2
	Інтегрований	86,7	37,3	49,4	2,32	6,0

Енергетичний аналіз довів перевагу щодо зростання надходження енергії продукції понад 82 ГДж/га за сівби 15 і 25 вересня та за хімічного захисту рослин від шкідливих організмів. Приріст енергії зменшився 38,3% за сівби 15 жовтня при відсутності захисту рослин. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому ж сполученні варіантів перевищив 3,0. Найбільша енергоємність 5,01 ГДж/га була зафіксована за сівби 15 жовтня (п'ятий строк) та відсутності захисту рослин. Мінімальним цей показник (4,13 ГДж/т) виявлений у варіанті з сівбою 25 вересня на фоні хімічного захисту рослин, що було менше на 21,3% за вищезгаданий варіант.

Найменше надходження енергії з врожаєм зерна пшениці озимої у межах 66,7 ГДж/га зафіксовано на сорті Зіра за відсутності захисту рослин (контроль). Витрати енергії мали не суттєві відмінності з різницею лише 3,4%. Приріст енергії був найбільшим на сорті Овідій при інтегрованому захисті рослин – 49,4 ГДж/га, що було більше за контрольний варіант сорту Зіра на 61,1%. За кумулятивної дії засобів захисту отримали найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,32. Максимальна енергоємність вирощеної продукції зросла до 7,2–7,6 ГДж у другому та першому варіантах фактору В (біозахист, контроль).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Булигін С., Вітвіцький С., Тонха О., Ткаченко М. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур за різних систем удобрення сірого лісового ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2024. № 102(5). С. 5–14. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-01.
2. Ткачук О. П. Еколого-економічна та біоенергетична оцінка технологій вирощування пшениці озимої після бобових багаторічних трав. *Зернові культури.* 2022. Т. 6. № 1. С. 124–132. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0215.
3. Nedilska U. Features of growing and yield potential of energy culture. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. 2022. № 34. P. 45–51. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-6.
4. Мазур В. А., Дідур І. М., Панцирева Г. В., Мордванюк М. О. Енергетична ефективність технологічних прийомів вирощування нуту в умовах зміни клімату. *Сільське господарство та лісівництво.* 2022. № 25 (2). С. 5–13.
5. Квітко Г. П., Михальчук Д. П., Карасевич В. В. Перспективи вирощування нуту посівного в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 113–120.
6. Каленська С. М., Новицька Н. В., Барзо І. Т. Економічна ефективність вирощування нуту в умовах правобережного Лісостепу України. *Молодий вчений. Сільськогосподарські науки.* 2014. № 10(13). С. 18–20.
7. Palamarchuk V., Honcharuk I., Telekalo N., Krychkovskyi V., Kupchuk I., Mordvaniuk M. Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustai. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2021. № 11(7). P. 204–211. doi: 10.15421/2021_260.
8. Білоножко М. А., Руденко І. С., Мойсеєнко В. І. та ін. Рослинництво з основами землеробства. Київ, 1986. 224 с.
9. Соловей Д. Ю. Досвід застосування енерґетичного аналізу для оцінки технологічних процесів і технологій у рослинництві. *Економіка АПК.* 2004. № 4. С. 91–94.
10. Мазур О. В. Економічна та енергетична ефективність вирощування сортів квасолі звичайної. *Сільське господарство та лісівництво.* 2018. № 8. С. 152–159.
11. Гадзало Я.М. Вожегова Р.А. Лікар Я.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від строків сівби, біологічної та хімічної систем захисту рослин від хвороб і шкідників в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство.* 2023. Вип. 79. С. 25–32. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.3.
12. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Лікар Я. О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів агротехнології в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство.* 2024. Вип. 82. С. 11–19. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.2
13. Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від різних схем захисту рослин в Південному Степу**.** *Agriculture and forestry.* 2024. № 4(35). С. 97–108. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-4-9.
14. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Малярук М.П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 286 с.

REFERENCES:

1. Bulygin, S., Vitvitskyi, S., Tonkha, O., & Tkachenko, M. (2024). Enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur za riznykh system udobrennia siroho lisovoho gruntu [Energy efficiency of growing agricultural crops under different fertilization systems of gray forest soil]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 102*(5), 5–14. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-01 [in Ukrainian].
2. Tkachuk, O.P. (2022). Ecological, economic and bioenergetic assessment of winter wheat cultivation technologies after leguminous perennial grasses [Ekolohoekonomichna ta bioenerhetychna otsinka tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi pislia bobovykh bahatorichnykh trav]. *Zernovi kultur – Cereal crops*, *6*(1), 124–132. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0215 [in Ukrainian].
3. Nedilska, U. (2022). Features of growing and yield potential of energy culture. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 34, 45–51. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-6
4. Mazur, V.A., Didur, I.M., Pantsyreva, G.V., & Mordvanyuk, M.O. (2022). Enerhetychna efektyvnist tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia nutu v umovakh zminy klimatu [Energy efficiency of technological methods of chickpea cultivation in conditions of climate change]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and Forestry*, *25*(2), 5–13 [in Ukrainian].
5. Kvitko, H.P., Mykhalchuk, D.P., & Karasevych, V.V. (2013). Prospects for growing chickpeas in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine [Perspektyvy vyroshchuvannia nutu posivnoho v umovakh Lisostepu Ukrainy]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Feed and feed production*, 75, 113–120 [in Ukrainian].
6. Kalenska, S.M., Novytska, N.V., & Barzo, I.T. (2014). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia nutu v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Economic efficiency of chickpea cultivation in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine]. *Molodyi vchenyi. Silskohospodarski nauky. – Young scientist. Agricultural sciences, 10*(13), 18–20 [in Ukrainian].
7. Palamarchuk, V., Honcharuk, I., Telekalo, N., Krychkovskyi, V., Kupchuk, I., & Mordvaniuk, M. (2021). Modeling of hybrid cultivation technology corn to ensure energy efficiency for sustai. *Ukrainian Journal of Ecology, 11*(7), 204–211. doi: 10.15421/2021_260.
8. Bilonozhko, M.A., Rudenko, I.S., & Moiseienko, V.I. (1986). *Roslynnytstvo z osnovamy zemlerobstva [Crop production with the basics of agriculture].* Kyiv, 224 [in Ukrainian].
9. Solovey, D.Yu. (2004). Dosvid zastosuvannia energetychnoho analizu dlia otsinky tekhnolohichnykh protsesiv i tekhnolohii u roslynnytstvi [Experience in using energy analysis to assess technological processes and technologies in crop production]. *Ekonomika APK – Economics of Agricultural Industry*, *4*, 91–94 [in Ukrainian].
10. Mazur, O.V. (2018). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia sortiv kvasoli zvychainoi [Economic and energy efficiency of growing common bean varieties]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, *8*, 152–159 [in Ukrainian].
11. Gadzalo, Ya.M. Vozhegova, R.A., & Likar, Ya.O. (2023). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby, biolohichnoi ta khimichnoi system zakhystu roslyn vid khvorob i shkidnykiv v umovakh zroshennia [Productivity of winter wheat varieties depending on sowing dates, biological and chemical systems of plant protection against diseases and pests under irrigation conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 79, 25–32. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2023.79.3 [in Ukrainian].
12. Hadzalo, Ya.M., Vozhegova, R.A. & Likar, Ya.O. (2024). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid elementiv ahrotekhnolohii v umovakh zroshennia [Productivity of winter wheat varieties depending on the elements of agrotechnology under irrigation conditions]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture,* 82, 11–19. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.2 [in Ukrainian].
13. Gadzalo, Ya.M., Vozhehova, R.A., & Likar, Ya.O. (2024). Produktyvnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid riznykh skhem zakhystu roslyn v Pivdennomu Stepu [Productivity of winter wheat varieties depending on different plant protection schemes in the Southern Steppe]. *Agriculture and forestry, 4*(35), 97–108. https://doi.org/10.37128/2707-5826-2024-4-9 [in Ukrainian].
14. Vozhegova, R.A., Lavrynenko, Y.O., & Malyaruk, M.P. (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].

Лікар Я.О., Гадзало Я.М., Вожегова Р.А.
Енергетичний аналіз технології вирощування сортів пшениці озимої м'якої залежно від різних схем захисту рослин та строків сівби в Південному Степу

Мета статті – провести енергетичний аналіз розроблених елементів агротехніки вирощування сортів пшениці м'якої озимої на зрошенні. **Методи та матеріали досліджень**. 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**. Витрати енергії на формування технології вирощування пшениці озимої в умовах зрошення Півдня України характеризувались певною стабільні й змінювались у діапазоні від 36,1 ГДж/га (сорт Зіра, контроль без захисту рослин) до 37,3 ГДж/га (сорт Овідій, інтегрований захист рослин). Коефіцієнт енергетичної ефективності, який відносять до найважливіших енергетичних показників, був менше 2,0 у варіантах з сортом Зіра без захисту рослин, а також за біологічної системи захисту від шкідливих організмів. До 2,32, або на 25,1–25,7% цей показник підвищився за вирощування сорту Овідій за дотримання інтегрованої системи захисту рослин. Енергоємність 1 тонни зерна підвищилася до 7,2–7,6 ГДж у варіантах з біозахистом, а також у контрольному варіанті першого строку сівби за вирощування сорту Зіра. Найменші витрати енергії на формування 1 тонни врожаю зерна пшениці озимої (6,0–6,2 ГДж) зафіксували у сорту Овідій за формування хімічного та інтегрованого захисту рослин, що свідчить про енергетичну перевагу даного сполучення досліджуваних варіантів. **Висновки.** Найвищий приріст енергії у межах 63,1 ГДж/га сформувався на сорті Марія за сівби 20 вересня та при застосуванні хімічного

захисту рослин. Коефіцієнт енергетичної ефективності розробленої технологій вирощування пшениці озимої виявися дуже високим – понад 2,81 у всіх сполученнях досліджуваних факторів та їх варіантів. Енергоємність зерна пшениці озимої була максимальною (4,54 ГДж/т) на сорті Овідій за третього строку сівби та без захисту рослин. Енергетичний аналіз довів перевагу щодо зростання надходження енергії продукції понад 82 ГДж/га за сівби 15 і 25 вересня та за хімічного захисту рослин від шкідливих організмів. Приріст енергії зменшився 38,3% за сівби 15 жовтня при відсутності захисту рослин. Коефіцієнт енергетичної ефективності у цьому ж сполученні варіантів перевищив 3,0. Найбільша енергоємність 5,01 ГДж/га була зафіксована за сівби 15 жовтня (п'ятий строк) та відсутності захисту рослин. Мінімальним цей показник (4,13 ГДж/т) виявлений у варіанті з сівбою 25 вересня на фоні хімічного захисту рослин, що було менше на 21,3% за вищезгаданий варіант. Приріст енергії був найбільшим на сорті Овідій при інтегрованому захисті рослин – 49,4 ГДж/га, що було більше за контрольний варіант сорту Зіра на 61,1%. За кумулятивної дії засобів захисту отримали найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності – 2,32. Максимальна енергоємність вирощеної продукції зросла до 7,2–7,6 ГДж у другому та першому варіантах фактору В (біозахист, контроль).

Ключові слова: сорт, пшениця м'яка озима, захист рослин, витрати енергії, енергоємність, урожайність.

Likar Ya.O., Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A. Energy analysis of the technology of growing soft winter wheat varieties depending on different plant protection schemes and sowing dates in the Southern Steppe

The purpose of the article is to conduct an energy analysis of the developed elements of agricultural technology for growing soft winter wheat varieties under irrigation. **Research methods and materials.** The methodological basis of this study is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the research object; comparison of the impact of elements of agricultural technologies), theoretical (hypothesis formulation and formation of conclusions based on research results; statistical; mathematical). **The results.** Energy costs for the formation of winter wheat cultivation technology under irrigation conditions in the South of Ukraine were characterized by a certain stability and varied in the range from 36.1 GJ/ha (Zira variety, control without plant protection) to 37.3 GJ/ha (Ovidii variety, integrated plant protection). The energy efficiency coefficient, which is considered one of the most important energy indicators, was less than 2.0 in the variants with the Zira variety without plant protection, as well as with a biological system of protection against harmful organisms. This indicator increased to 2.32, or by 25.1–25.7%, when growing the Ovidii variety with an integrated plant protection system. The energy intensity of 1 ton of grain increased to 7.2–7.6 GJ in the variants with bioprotection, as well as in the control variant of the first sowing period for growing the Zira variety. The lowest energy consumption for the formation of 1 ton of winter wheat grain yield (6.0–6.2 GJ) was recorded in the Ovidii variety for the formation of chemical and integrated plant protection, which indicates the energy advantage of this combination of the studied variants. **Conclusions.** The highest energy gain within 63.1 GJ/ha was formed on the Maria variety when sowing on September 20 and when using chemical plant protection. The energy efficiency coefficient of the developed winter wheat growing technology turned out to be very high – over 2.81 in all combinations of the studied factors and their variants. The energy intensity of winter wheat grain was maximum (4.54 GJ/t) on the Ovidii variety during the third sowing period and without plant protection. Energy analysis proved the advantage in terms of increasing the energy input of products over 82 GJ/ha when sowing on September 15 and 25 and when using chemical plant protection against harmful organisms. The energy gain decreased by 38.3% when sowing on October 15 in the absence of plant protection. The energy efficiency coefficient in the same combination of variants exceeded 3.0. The highest energy intensity of 5.01 GJ/ha was recorded when sowing on October 15 (fifth term) and without plant protection. The minimum of this indicator (4.13 GJ/t) was found in the variant with sowing on September 25 against the background of chemical plant protection, which was 21.3% less than the above-mentioned variant. The energy gain was the greatest in the Ovidii variety with integrated plant protection – 49.4 GJ/ha, which was 61.1% more than the control variant of the Zira variety. With the cumulative effect of protection agents, the highest energy efficiency coefficient was obtained – 2.32. The maximum energy intensity of the grown products increased to 7.2–7.6 GJ in the second and first variants of factor B (bioprotection, control).

Key words: variety, soft winter wheat, plant protection, energy consumption, energy intensity, yield.

УДК 632,937:338,242
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.14

КАПУСТЯНА МІЛЬ (PLUTELLA XYLOSTELLA): СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ РОСЛИН У КОНТЕКСТІ ПОДАТКОВИХ ПІЛЬГ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

МАТРОС О.В. – аспірант
orcid.org/0009-0007-4920-7140
Уманський національний університет садівництва
МАТРОС О.М. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-7133-4700
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Plutella xylostella, або капустяна міль, є одним із найшкодочинніших шкідників капусти білоголової та інших культур родини Brassicaceae. За даними світових досліджень, щорічні втрати врожаю, спричинені цим шкідником, сягають до 5 мільярдів доларів у глобальному масштабі. В Україні втрати врожаю капусти можуть перевищувати 30-40 % за відсутності ефективних методів контролю. З огляду на зміни клімату, які сприяють збільшенню чисельності шкідників, актуальність досліджень у цій сфері значно зросла. У роботі зосереджено увагу на вивченні екологічних особливостей Plutella xylostella, оцінці ефективності різних методів боротьби з нею, включаючи біологічні, хімічні та інтегровані підходи, а також на перспективі застосування трансгенних сортів капусти для довгострокового захисту від шкідника.

Капустяна міль (Plutella xylostella) є одним із найбільш поширених і шкодочинних шкідників капусти в Україні. Її шкідливість зумовлена високою швидкістю розмноження та резистентністю до хімічних засобів. Сучасні зміни в законодавстві України, зокрема податкові пільги, відкривають нові можливості для впровадження екологічно чистих методів боротьби зі шкідниками та підвищення економічної ефективності аграрного виробництва.

Дослідження підтверджують необхідність врахування як екологічних, так і економічних факторів у боротьбі з капустяною міллю, особливо в умовах змін клімату та законодавчих ініціатив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення *Plutella xylostella*, або капустяної молі, охоплює широкий спектр аспектів, зокрема її біологію, екологію, шкодочинність та методи регулювання чисельності. У дослідженні, опублікованому в журналі Bulletin of Entomological Research, Guo та його колеги розглянули вплив кліматичних змін на розмноження капустяної молі (Plutella xylostella). Автори моделювали зв'язок між температурними умовами та репродуктивною здатністю шкідника. Виявлено, що глобальне потепління може призвести до зростання чисельності молі за рахунок збільшення кількості генерацій протягом року. Такі зміни здатні підвищити рівень шкодочинності цього шкідника, особливо у помірних кліматичних зонах. Це підкреслює важливість розробки адаптованих стратегій захисту рослин в умовах змін клімату [2].

Інші дослідження, зокрема С. Е. Амнос, націлені на біологічні методи боротьби зі шкідниками, що включають використання корисних організмів, таких як фітосеїди, хижі комахи та бактерії. В Україні спостерігається тенденція до зменшення використання біологічних засобів захисту рослин на користь хімічних препаратів, хоча біологічний захист має значний потенціал в органічному землеробстві. Розвиток інтегрованого екологізованого захисту сільськогосподарських культур з використанням безпечних методів, зокрема біологічних [7].

У статті Мостов'яка І. І., Крикунова І. В. та їхніх колег досліджено поширення основних шкідників капусти білоголової в умовах західного Лісостепу України. Основну увагу приділено втратам врожаю через шкодочинність хрестоцвітих блішок, капустяної попелиці, білокрилки капустяної, капустяної молі, капустяної совки та тютюнового трипса. Автори звертають увагу на стійкість деяких шкідників, зокрема білокрилки капустяної та тютюнового трипса, до традиційних методів боротьби, що ускладнює їхній ефективний контроль. Для ефективного захисту рослин пропонуються сучасні підходи, які поєднують хімічні, біологічні та агротехнічні заходи [11].

Згідно з дослідженнями Patricia A. Ortega-Ramos1, Duncan J., для досягнення максимального ефекту необхідно використовувати інтегровані підходи, які підключають біологічний контроль із хімічними засобами. Це дозволяє мінімізувати шкодочинність *Plutella xylostella*, одночасно зменшуючи вплив на екосистему. Однак застосування хімічних методів пов'язане з ризиками, такими як розвиток резистентності у шкідників і негативний вплив на нецільові види [4].

Вплив змін клімату також підтверджується дослідженнями Smith & Brown (2021), які відзначають, що підвищення середньодобових температур сприяє значному зростанню чисельності шкідника в регіонах із подібним кліматом. Їхні результати підкреслюють необхідність розробки адаптованих до нових умов стратегії захисту рослин.

Роботи Горбатюк Т. В. звертають увагу на перспективність застосування трансгенних сортів в тому числі і капусти. Ці сорти демонструють високу стійкість до шкідника, що дозволяє скоротити використання інсектицидів. На перспективу трансгенні технології можуть стати інструментом у боротьбі з *Plutella xylostella* [8].

Одним із ключових напрямів боротьби зі шкідниками, зокрема *Plutella xylostella*, є застосування грибів-ентомопатогенів. У дослідженні, проведеному Sarfraz, M., Keddie, A.B., & Dosdall, L.M., описана ефективність різних штамів грибів роду *Metarhizium*

anisopliae та *Beauveria bassiana* у боротьбі зі шкідниками. Експерименти показали, що ці гриби демонструють високий рівень зараження та смертності шкідників за умов оптимальної вологості та температури. Автори наголошують, що такий підхід є перспективним, оскільки він мінімізує негативний вплив на довкілля і може бути ефективним у рамках інтегрованих стратегій боротьби зі шкідниками [5].

У дослідженні, опублікованому в журналі *Insects*, Bermúdez, N.C.; Pava, N.d.l.; Nascimento, D.V.; виділили фітнес-витрати в популяції капустяної молі (*Plutella xylostella*), стійких до люфенурону – інгібітора синтезу хітину. Автори встановили, що стійкість до люфенурону є стабільною, а фітнес-витрати, пов'язані з цією стійкістю, залишаються низькими. Це підкреслює важливість впровадження стратегій управління стійкістю, таких як збереження рефугіумів для сприйнятливих рослин і природних ворогів, а також ротація інсектицидів із різними механізмами дії [1]. У контексті регулювання чисельності *Plutella xylostella* є економічні, екологічні та соціальні аспекти, що враховуються на законодавчому рівні, особливо в умовах військового стану. Значущим є Закон України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо звільнення від сплати екологічного податку, плати за землю та податку на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки» [12]. Цей закон створює сприятливі умови для підтримки аграрного сектора, що є критичним для забезпечення продовольчої безпеки країни під час війни. Звільнення від сплати екологічного податку дозволяє агровиробникам спрямувати зекономлені витрати на впровадження сучасних екологічних методів боротьби зі шкідниками, таких як біопрепарати або вирощування трансгенних сортів.

Це рішення не тільки стимулює використання екологічно безпечних технологій, але й сприяє оптимізації витрат в умовах обмежених ресурсів, спричинених воєнними діями. Крім того, підтримка аграрного сектору через звільнення від податків є соціальним інструментом, спрямованим на стабілізацію продовольчого забезпечення, збереження зайнятості в сільських громадах та запобігання економічному занепаду регіонів, що найбільше постраждали від бойових дій.

Огляд літератури свідчить про відсутність інтегрованого підходу до боротьби з Plutella xylostella, який би враховував біологічні та хімічні методи, зміни клімату та соціально-економічні реалії. Ефективний контроль чисельності цього шкідника потребує інтеграції законодавчих стимулів, сучасних технологій та екологічно відповідальних рішень.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні ефективності інтегрованого підходу до боротьби з Plutella xylostella на основі аналізу екологічних, економічних і законодавчих аспектів, а також у визначенні оптимальних стратегій управління чисельністю шкідника з урахуванням змін клімату та впровадження екологічно безпечних технологій, підтриманих податковими пільгами.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження проводилися на експериментальних ділянках господарств «ТОВ «Овочі Лісостепу»» та «Агро-Регіон», де реєстрували чисельність Plutella xylostella за допомогою методу стандартного квадрата (1 м²) у трьох фазах розвитку капусти: утворення розетки, формування головки та дозрівання. Це дозволило зібрати дані, які відображають реальну шкодочинність шкідника у виробничих умовах.

Дослідження проводилися у 2020-2023 роках на експериментальних ділянках у Правобережному Лісостепу України. Лабораторні дослідження виконувалися в контрольованих умовах (температура 22 °C, відносна вологість 70 %) для вивчення життєвого циклу Plutella xylostella та тестування ефективності різних методів контролю.

Моделювання динаміки чисельності шкідника проводилося за допомогою рівняння лінійної регресії, яке враховувало температуру, вологість і кількість опадів як незалежні змінні. Для аналізу ефективності методів контролю були випробувані три підходи: відсутність контролю, застосування біопрепаратів (Beauveria bassiana) та хімічних засобів (на основі перитроїдів).

Додатково, під час дослідження оцінювали вплив податкових пільг та законодавчих ініціатив на ефективність впровадження екологічних технологій у боротьбі з Plutella xylostella. Аналіз проводився шляхом моделювання витрат і вигод від застосування біопрепаратів, хімічних засобів та моніторингових систем у господарствах, які мали можливість скористатися податковими пільгами.

Розроблялися сценарії, які включали різні моделі використання коштів, зекономлених завдяки звільненню від сплати екологічного податку. Ці сценарії порівнювали витрати на захист рослин, застосування інноваційних методів контролю та їх вплив на урожайність і довгострокову економічну ефективність.

Методологія також включала оцінку механізмів отримання податкових пільг. У рамках дослідження вивчали процедуру подання документів, необхідних для отримання звільнення від податків, зокрема складання заяв, фотофіксацію збитків та отримання експертних висновків.

Для аналізу впливу податкових стимулів на екологічні інновації використовували методи економічного моделювання, які враховували витрати на боротьбу зі шкідниками та можливість реінвестиції зекономлених коштів у сучасні технології, такі як біопрепарати та трансгенні сорти рослин.

Результати досліджень. Втрати врожаю та оцінка методів боротьби з Plutella xylostella. У господарстві «ТОВ «Овочі Лісостепу»» (Вінницька область) капустяна міль спричиняла втрати врожаю білоголової капусти до 35 % у 2023 році, що зумовлено недостатньою ефективністю застосованих хімічних засобів. Водночас у господарстві «Агро-Регіон» (Хмельницька область) використання біопрепаратів на основі *Beauveria bassiana* дозволило знизити чисельність шкідника на 40 %, зберігши до 25 % врожаю. Таблиця 1 відображає порівняння ефективності методів боротьби у цих господарствах.

Динаміка чисельності шкідника та кліматичний вплив.

Дослідження показали, що чисельність *Plutella xylostella* суттєво залежить від кліматичних умов.

Таблиця 1

Порівняння ефективності методів контролю чисельності Plutella xylostella у різних господарствах

Господарство	Метод контролю	Зниження чисельності, %	Збережений врожай, %
ТОВ «Овочі Лісостепу»	Хімічні засоби	35	10
«Агро-Регіон»	Біопрепарати	40	25

У роки з підвищеними середньодобовими температурами (2022-2023 рр.) чисельність шкідника зростала на 25-30 %, що було особливо помітно в липні–серпні, коли температура перевищувала 20 °C.

На рисунку 1 наведено динаміку чисельності шкідника протягом вегетаційного сезону.

Ефективність методів контролю.

Оцінка різних методів боротьби показала, що застосування хімічних засобів забезпечує найбільше зниження чисельності шкідників (70 %), однак супроводжується високими екологічними ризиками. Біопрепарати демонструють нижчий рівень ефективності (40 %), але є більш екологічно безпечними. Інтегрований підхід із комбінацією цих методів дозволив досягти компромісу між ефективністю (60 %) та екологічною безпекою.

На рисунку 2 ілюструється рівень пошкодження врожаю залежно від методу контролю. Порівняння рівнів пошкодження врожаю при використанні різних методів контролю показало, що біологічний захист є ефективним засобом регуляції чисельності Plutella xylostella, знижуючи шкодочинність до 15 %. Найнижчий рівень пошкоджень (10 %) спостерігався при застосуванні хімічних засобів, однак це супроводжується потенційними екологічними ризиками.

Дослідження показали, що чисельність Plutella xylostella зростала в роки з відсутністю контролю за популяцією. Біологічний контроль дозволив знизити чисельність до екологічно прийнятного рівня, тоді як хімічний контроль був найефективнішим, але пов'язаний із потенційними екологічними ризиками. Динаміка чисельності шкідників за роками представлена на графіку нижче (рис. 3).

Застосування податкових пільг, передбачених Законом України, дало можливість господарствам економити до 100-120 тис. грн на 100 га. Ці кошти були реінвестовані у впровадження екологічно чистих технологій, таких як біопрепарати та системи моніторингу, що сприяло зменшенню витрат на боротьбу зі шкідниками. Таблиця 3 демонструє економічний ефект податкових пільг.

На рис. 4 представлено вплив податкових пільг на економічну ефективність господарств.

На представленій діаграмі зображено фінансовий вплив податкових пільг на два аграрні підприємства: ТОВ «Овочі Лісостепу» та Компанія «Агро-Регіон». «Агро-Регіон» економить більше коштів на рік (120000 грн) порівняно з «Овочі Лісостепу» (100000 грн), що свідчить про його більш ефективне використання податкових пільг. Водночас «Агро-Регіон» витрачає більше на

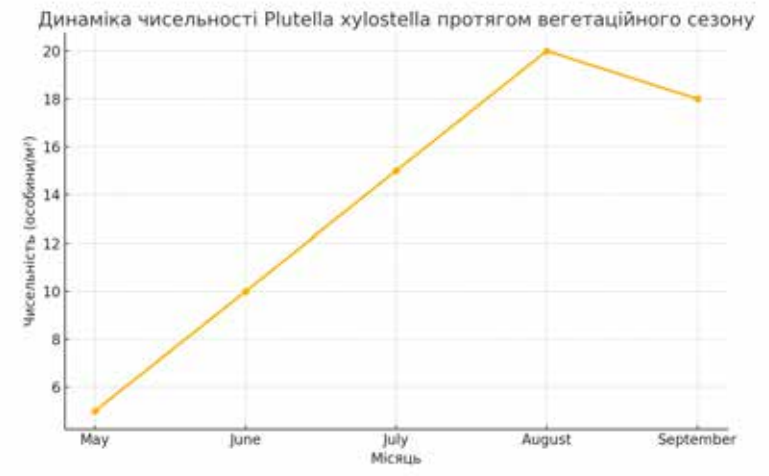


Рис. 1. Динаміка чисельності Plutella xylostella у Правобережному Лісостепу України впродовж 2023 р.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз показників ефектності методів контролю за чисельністю шкідників Plutella xylostella у Правобережному Лісостепу України

Метод контролю	Зниження чисельності, %	Екологічний ризик
Хімічні засоби	70	Високий
Біопрепарати	40	Низький
Інтегрований підхід	60	Помірний

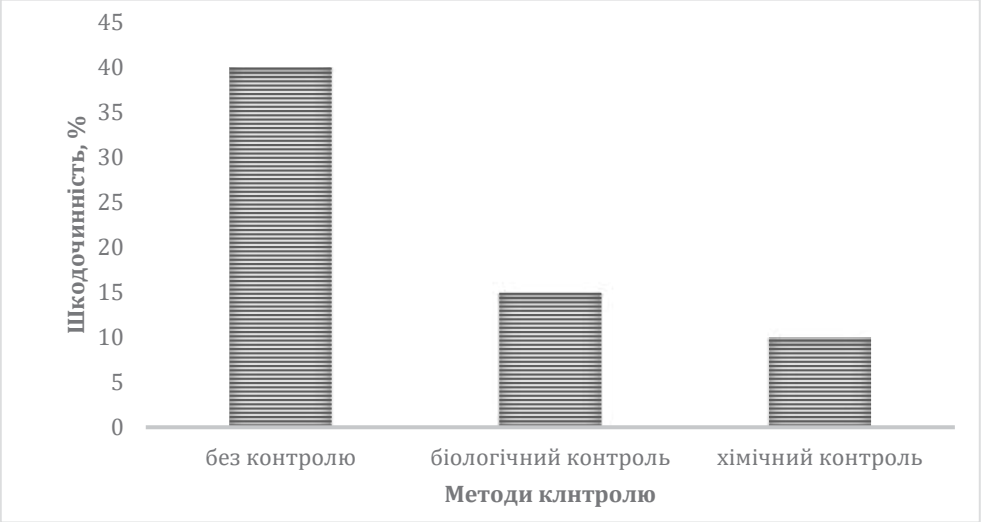


Рис. 2. Рівень пошкодження врожаю капусти білоголової у Правобережному Лісостепу України залежно від методу контролю

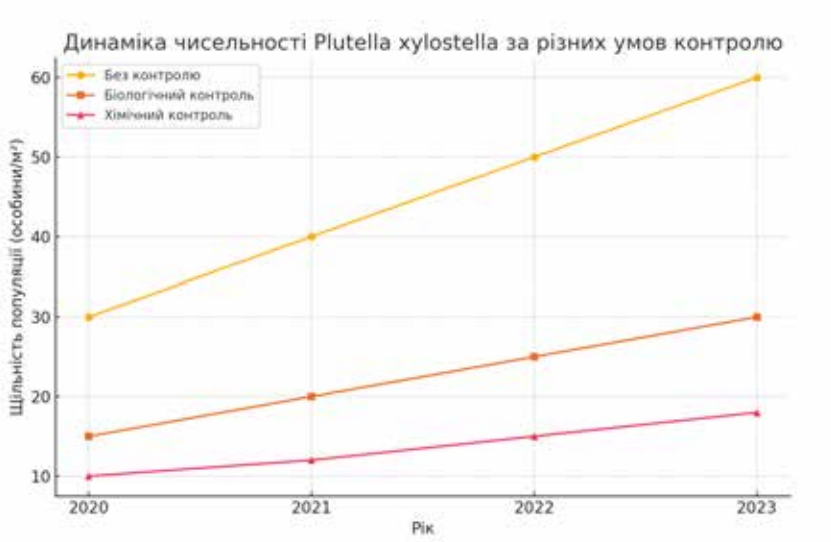


Рис. 3. Динаміка чисельності Plutella xylostella у Правобережному Лісостепу України Plutella xylostella за різних умов контролю

біопрепарати (50000 грн проти 40 000 грн), але це не перешкоджає підприємству мати вищий чистий економічний ефект (70000 грн) порівняно з «Овочі Лісостепу» (60000 грн). Аналіз підтверджує, що обидва господарства ефективно використовують податкові пільги, але «Агро-Регіон» показує більшу загальну економічну вигоду, оптимізуючи свої витрати і використовуючи податкові пільги більш вигідно.

Результати дослідження підкреслюють, що інтегрований підхід до контролю *Plutella xylostella*, який поєднує екологічні та економічні аспекти, є оптимальним. Запровадження податкових пільг не лише сприяє підвищенню економічної стабільності господарств, але й стимулює використання екологічно чистих технологій, що забезпечує довгострокову ефективність та збереження екосистеми.

Висновки. Капустяна міль є надзвичайно шкодочинним шкідником, здатним завдати значних втрат врожаю білоголової капусти. У Правобережному Лісостепу України втратили врожаю сягають 35 %, особливо в роки зі сприятливими кліматичними умовами для розвитку шкідника (підвищені температури).

Щодо ефективності методів боротьби, відзначимо наступне: хімічні засоби забезпечують найвищий рівень зниження чисельності шкідника (70 %), але супроводжуються високими екологічними ризиками; біопрепарати, такі як Beauveria bassiana, демонструють меншу ефективність (40 %), але є екологічно безпечними; інтегрований підхід (поєднання біологічних і хімічних методів) дозволяє досягти компромісу між ефективністю (60 %) та екологічною безпекою.

Таблиця 3

Аналіз економічного впливу податкових пільг у 2023 році

Господарство	Заощаджені кошти, грн/рік	Витрати на біопрепарати, грн/рік	Чистий економічний ефект, грн
ТОВ «Овочі Лісостепу»	100 000	40 000	60 000
«Агро-Регіон»	120 000	50 000	70 000

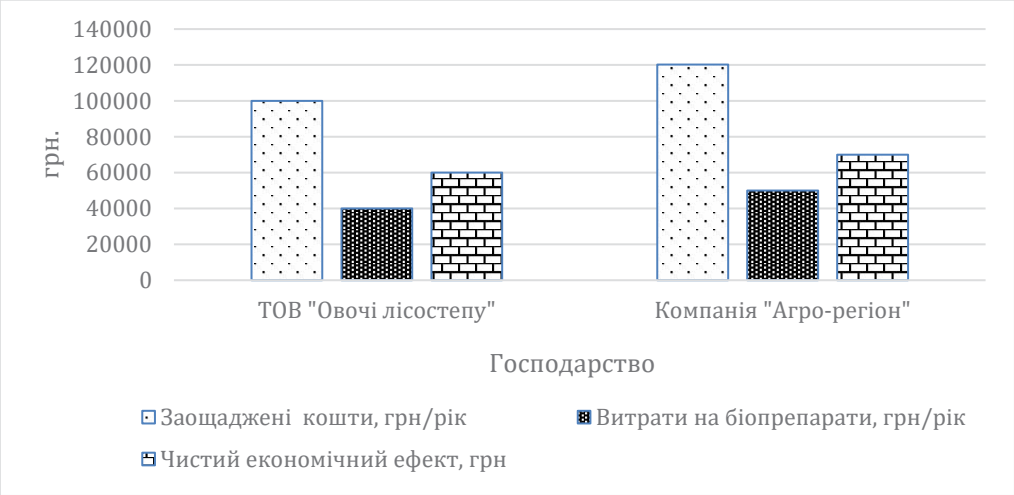


Рис. 4. Вплив податкових пільг на економічну ефективність господарств

Підвищення температури в літні місяці сприяє збільшенню чисельності Plutella xylostella на 25-30 %, що підкреслює необхідність адаптації методів боротьби з кліматичними змінами.

Законодавчі ініціативи, такі як звільнення агровиробників від екологічного податку, податку на нерухомість та земельного податку створюють умови для впровадження екологічно безпечних методів боротьби. Це дозволяє заощаджені кошти спрямовувати на інноваційні рішення, наприклад, біопрепарати або вирощування трансгенних сортів капусти.

Використання трансгенних сортів капусти, які демонструють високу стійкість до Plutella xylostella, є перспективним напрямком, що дозволяє скоротити залежність від хімічних інсектицидів і знизити екологічне навантаження.

У підсумку, інтеграція біологічних, хімічних і законодавчих рішень є ключем до ефективного управління чисельністю Plutella xylostella та мінімізації її шкодочинності в умовах України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Bermúdez N.C., Pava N.d.l., Nascimento D.V., Ribeiro L.M.S., Siqueira H.A.A., Torres J.B. Fitness Costs in Diamondback Moth Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) Resistant to Lufenuron, A Chitin-Synthesis Inhibitor Insecticide. *Insects.* 2024. Vol. 15 (11). DOI: https://doi.org/ 10.3390/ insects15110856.
2. Guo J., Cong X., Ge F., & Wan F. Modelling reproduction of Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): Climate change may modify pest incidence levels. *Bulletin of Entomological Research.* 2013. № 103(3). P. 284–291. DOI: https://doi.org/10.1017/ S0007485312000693/
3. Jones A., & Green B. Integrated Pest Management for Brassica Crops. *Journal of Crop Science*. 2019. № 14(3). P. 123–134.
4. Patricia A. Ortega-Ramos1, Duncan J. Coston1, Galtan Seimandi-Corda. Integrated pest management strategies for cabbage stem flea beetle (Psylliodes chrysocephala) in oilseed rape. *GCB Bioenergy*: *Published by Wiley.* 2022. № 14(3). P. 267–285. DOI: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcbb.12918.
5. Sarfraz M., Keddie A.B., & Dosdall L.M. Biological control of the diamondback moth, Plutella xylostella: A review. *Biocontrol Science and Technology.* 2005. № 15(8). P. 763–789. DOI: https://doi.org/10.1080/09583150500136956.
6. Smith J., & Brown R. Impact of Temperature on Plutella xylostella Populations. *Entomological Studies Quarterly*. 2021. № 18(4). P. 34–49.
7. Амонс С.Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво.* 2022. № 2 (25). С. 167–183. DOI: https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-2-13
8. Горбатюк Т.В. Вплив технологій генної інженерії на трансформацію соціуму: світоглядний аспект. *Humanitarian studios: pedagogics, psychology, philosophy*. 2019. Vol 10(4). P. 104–107. DOI: https:// doi.org/10.31548/hspedagog2019.04.104.
9. Клечковський Ю.Е., Глушкова С.О., Палагіна О.В. Трипси – небезпечні шкідники овочевих культур. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 7–8. С. 5–10. DOI: https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.7-8.5-10
10. Колтунов В.А., Романов А.В., Бондаренко В.А. Капустяні овочі. Технологія вирощування і зберігання: монографія. Харків: ФОП Іванченко. 2015. 374 с.

11. Мостов'як І.І., Крикунов І. В., Сеник І.І., Гойсюк Ю.В., Сидорук Г.П. Основні фітофаги агроценозів капусти білоголової пізньостиглої в умовах Лісостепу Західного. *Аграрні інновації.* 2024. № 23. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.19.
12. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законодавчих актів України щодо звільнення від сплати екологічного податку, плати за землю та податку на нерухоме майно, відмінне від земельної ділянки, за знищене чи пошкоджене нерухоме майно: Закон України від 11.04.2023 № 3050-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3050-20#Text (дата звернення 14.01.2025).

REFERENCES:

1. Bermúdez N. C., Pava N. d. l., Nascimento D. V., Ribeiro L. M. S., Siqueira H. A. A., & Torres J. B. (2024). Fitness costs in diamondback moth Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) resistant to lufenuron, a chitin-synthesis inhibitor insecticide. Insects, 15(11), 856. https://doi.org/10.3390/insects15110856.
2. Guo J., Cong X., Ge F., & Wan F. (2013). Modelling reproduction of Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae): Climate change may modify pest incidence levels. Bulletin of Entomological Research 103(3), 284–291. https://doi.org/10.1017/S0007485312000693.
3. Jones A., & Green B. (2019). Integrated pest management for brassica crops. Journal of Crop Science*,* 14(3), 123–134.
4. Ortega-Ramos P. A., Coston D. J., & Seimandi-Corda G. (2022). Integrated pest management strategies for cabbage stem flea beetle (Psylliodes chrysocephala) in oilseed rape. GCB Bioenergy, 14(3), 267–285. https://doi.org/10.1111/gcbb.12918.
5. Sarfraz M., Keddie A. B., & Dosdall L. M. (2005). Biological control of the diamondback moth, Plutella xylostella: A review. Biocontrol Science and Technology, 15(8), 763–789. https://doi.org/10.1080/09583150500136956.
6. Smith J., & Brown R. (2021). Impact of temperature on Plutella xylostella populations. Entomological Studies Quarterly*, 18*(4), 34–49.
7. Amons S.E. (2022). Biolohichnyi zakhyst roslin v systemi orhanichnoho zemlerobstva. [Biological Plant Protection in the Organic Farming System]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. 2(25), 167–183. DOI: 10.37128/2707-5826-2022-2-13. [in Ukrainian].
8. Horbatyuk T.V. (2019). Vplyv tekhnolohii hennoi inzhenerii na transformatsiiu sotsiumu: svitohliadnyi aspekt. [The Impact of Genetic Engineering Technologies on the Transformation of Society: A Worldview Perspective]. Humanitarian Studios: Pedagogics, Psychology, Philosophy, 10(4), 104–107. https://doi.org/10.31548/hspedagog2019.04.104. [in Ukrainian].
9. Klechkovskyi Yu.E., Hlushkova S.O., Palahina O.V. Trypsy – nebezpechni shkidnyky ovochevykh kultur. [Thrips – Dangerous Pests of Vegetable Crops]. Karantyn i zakhyst roslyn [Quarantine and Plant Protection], 7–8, 5–10. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.7-8.5-10. [in Ukrainian].
10. Koltunov V.A., Romanov A.V., & Bondarenko V. A. (2015). Kapustyani ovochi: Tekhnolohiia vyroshchuvannia i zberihannia [Cabbage vegetables: Technology of cultivation and storage]: monohrafiia. FOP Ivanchyenko, Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian].
11. Mostovyak I. I., Krykunov I. V., Senyk I. I., Hoysyuk Y. V., & Sydoruk H. P. (2024). Osnovni fitofohy ahrotsenoziv kapusty biloholovoi pizhnoshtyhloyi v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. [Main Phytophagous Species in Late-Maturing White Cabbage Agrocenoses in the Conditions of the Western Forest-Steppe]. Ahrarni innovatsii [Agricultural Innovations], 23. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.19. [in Ukrainian].
12. Zakon Ukrainy vid 11.04.2023 № 3050-IX. (2023). Pro vnesennia zmin do Podatkovoho kodeksu Ukrainy ta inshykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo zvilnennia vid splaty ekologichnoho podatku, platy za zemliu ta podatku na nerukhome maino, vidminne vid zemelnoi diianyky, za znyshchene chy poshkodzhene nerukhome maino. [On Amendments to the Tax Code of Ukraine and Other Legislative Acts of Ukraine Regarding Exemption from Environmental Tax, Land Fee, and Real Estate Tax (Other Than Land Plots) for Destroyed or Damaged Real Estate] Zakonodavstvo Ukrainy. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3050-20#Text. [in Ukrainian].

Матрос О.В., Матрос О.М. Капустяна міль (Plutella xylostella): сучасні підходи до захисту рослин у контексті податкових пільг та економічної ефективності

Метою дослідження є оцінка ефективності різних методів боротьби з шкідником Plutella xylostella у агроекосистемах України, зокрема, порівняння хімічних, біологічних та інтегрованих підходів з огляду на їх екологічні та економічні наслідки.

Методи. Дослідження проводилось у 2020-2023 роках у господарствах Вінницької та Хмельницької областей. Використовувалися польові спостереження, лабораторні експерименти, економічний аналіз та оцінка кліматичних змін. Для порівняння ефективності методів контролю чисельності шкідника були застосовані хімічні засоби, біопрепарати на основі Beauveria bassiana та інтегрований підхід, що поєднує обидва методи.

Результати. У господарстві «ТОВ «Овочі Лісостепу»» (Вінницька область) хімічні засоби знизили чисельність шкідника на 35 %, але втрати врожаю склали 10 %. У «Агро-Регіон» (Хмельницька область) застосування біопрепаратів дозволило знизити чисельність Plutella xylostella на 40 %, зберігши до 25 % врожаю. Кліматичні зміни, зокрема підвищення середньодобових температур, сприяли збільшенню чисельності шкідника на 25-30 % у роки з високими температурами. Водночас інтегрований підхід забезпечив баланс між ефективністю (60 %) та екологічною безпекою.

Висновки. Дослідження підтвердило, що хімічні методи забезпечують максимальну ефективність у боротьбі з Plutella xylostella, але супроводжуються високими екологічними ризиками. Біопрепарати є більш екологічно безпечними, але менш ефективними. Інтегрований підхід дозволяє знизити ризики, при цьому зберігаючи значну ефективність. Використання податкових пільг в Україні сприяє економії коштів, які можуть бути реінвестовані у впровадження екологічно чистих технологій. Це підтверджує важливість поєднання екологічних, економічних та законодавчих інструментів для досягнення сталого розвитку аграрного сектору та ефективного контролю шкідників.

Ключові слова: капустяна міль, Plutella xylostella, екологія, регуляція чисельності, прогноз розвитку, ефективність, податкові пільги.

Matros O.V., Matros O.M. Cabbage Moth (Plutella xylostella): contemporary approaches to pest control in the context of tax incentives and economic efficiency

Objective. The aim of the study is to assess the effectiveness of different pest control methods for Plutella xylostella in agroecosystems of Ukraine, specifically comparing chemical, biological, and integrated approaches in terms of their ecological and economic outcomes.

Methods. The research was conducted in 2020-2023 in agricultural enterprises in Vinnytsia and Khmelnytskyi regions. Field observations, laboratory experiments, economic analysis, and climate change assessments were utilized. To compare the effectiveness of pest control methods, chemical agents, Beauveria bassiana-based biopesticides, and an integrated approach combining both methods were applied.

Results. In the farm "LLC "Vegetables of the Right Bank" (Vinnytsia region), chemical agents reduced the pest population by 35 %, but crop losses were 10 %. In "Agro-Region" (Khmelnytskyi region), the use of biopesticides resulted in a 40 % reduction in Plutella xylostella populations, preserving up to 25 % of the crop. Climatic changes, particularly the increase in average daily temperatures, contributed to a 25–30 % increase in pest populations in years with high temperatures. At the same time, the integrated approach achieved a balance between effectiveness (60 %) and ecological safety.

Conclusions. The study confirmed that chemical methods provide the highest effectiveness in controlling Plutella xylostella, but they are associated with high ecological risks. Biopesticides are more environmentally safe but less effective. The integrated approach reduces risks while maintaining significant efficacy. The use of tax incentives in Ukraine promotes cost savings that can be reinvested in implementing environmentally friendly technologies. This underscores the importance of combining ecological, economic, and legislative tools to achieve sustainable development in the agricultural sector and effective pest control.

Key words: cabbage moth, Plutella xylostella, ecology, population regulation, development forecast, efficiency, tax incentives.

УДК 633.35:631.559(631.81+631.82)(477.43)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.15

АГРОТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УРОЖАЮ ГОРОХУ ЯРОГО В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

НЕБАБА К.С. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-4529-3623
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
ЗАГНІТКО В.В. – аспірант
orcid.org/0009-0009-8468-3585
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Велика проблема на сьогодні торкнулася усіх регіонів нашої держави. В погоні за високими врожаями фінансово вигідних культур аграрії перейшли на спрощення сівозмін в агроценозах (трьох або двохпільних), що має негативний вплив на грунти [1]. Іншими словами, існують такі господарства, де сіють або кукурудзу, соняшник, іноді додають пшеницю та цукровий буряк. Це значно знижує родючість ґрунту, а основний показник родючості визначається балансом винесених поживних речовин. Проаналізувавши дані, з 2000 року баланс виносу поживних речовин в Україні є вкрай від'ємним [2]. Одним із способів підвищення родючості ґрунту, на думку експертів, є введення у сівозміну бобових культур, особливо гороху, в достатній кількості. Адже бобові є самодостатніми культурами, які не лише фіксують необхідний їм азот з повітря під час вегетації, а й «залишають» значну частку азоту в ґрунті для наступної культури [3].

Горох забезпечує азотом не лише себе, а й щонайменше дві наступні культури. Були випадки, коли фермери взагалі не вносили азот і збирали по 6–7 т/га озимої пшениці після гороху. Після пшениці сіяли соняшник, також без внесення азотних добрив. Тоді було отримано врожайність насіння 4 т/га. Таким чином, введення гороху в сівозміну – це шлях до отримання стабільних врожаїв і надійної економії ресурсів [4, 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні зміни клімату та нестабільні погодні умови призвели до того, що сорти повинні мати високий адаптаційний потенціал, щоб бути здатними відновлювати метаболічні процеси після впливу стресових факторів. Кожен сорт має певні граничні порогові параметри толерантності до біотичних чи абіотичних стресів. Тому, основним критерієм добору сортів бобових, в тому числі й гороху, в тій чи іншій зоні має бути рівень врожайності, вважають науковці Гамаюнова В. В. та Єрмолаєва В. М. [5].

Вітчизняними науковцями та науковцями світу [2, 7] доведено, аналіз структури врожаю – один із найважливіших методів оцінювання розвитку культурних рослин. До основних елементів структури врожаю гороху належать: максимальна кількість квіток з яких утворилися боби та їх збереження до жнив, кількість насінин у бобі та маса 1000 зерен.

Кобак С. та ін. [8] провели дослідження на рослинах сої, Чинчик О. [9] на рослинах гороху, зробили висновок, для бобових культур значну роль відіграє волога та оптимальна температура для рослин в критичні періоди розвитку та росту. Відсутність поживних речовин може призвести до опадання квіток та втрати певної частини вже зав'язаних бобів або насінин у бобі. Кожен елемент живлення відіграє свою роль у цій системі. При дефіциті будь-якого з них порушуються фізіологічні процеси рослин, погіршується ріст і розвиток, знижується врожайність та якість [10].

Мета статті. Вивчити та порівняти особливості впливу передпосівних препаратів та мікродобрив на формування елементів структури врожаю гороху посівного в умовах правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Польові та лабораторні дослідження з вивчення впливу інокулянтів та фоліарного живлення на рослини гороху проводили впродовж 2020–2024 рр. в умовах науково-дослідного центру «Поділля».

Грунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках. Посівна площа елементарної ділянки складала 50 м^2, облікової – 48 м^2. Попередник – пшениця озима. Насіння гороху сортів Есо та Гамбіт висівали зерновою сівалкою, звичайним рядковим способом з шириною міжрядь 15 см, з глибиною загортання насіння 5–6 см. Норма висіву – 1,2 млн/га схожих насінин. Після сівби на 2-й день площу посіву коткували кільчастим котком.

Аналіз структури врожаю гороху посівного проводили відбором пробного снопа з кожного варіанту та ділянки досліду для визначення: продуктивних та непродуктивних стебел у снопі, середню кількість квіток та бобів на рослині, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 зерен.

Результати досліджень. Дослідні ділянки, на яких застосовували мікоризоутворюючий препарат, інокулянти та мікродобрива значно менше піддавалися впливу несприятливих чинників, а досліджувані елементи технології позитивно впливали на розміри рослин, морфологічні показники культури, що зрештою призводило до меншої абортивності генеративних органів гороху посівного [11].

За роки наукових досліджень зафіксовано максимальну кількість квіток та бобів у сорту гороху Есо на варіантах із застосуванням мікоризоутворюючого препарату та інокулянтів у поєднанні позакореневим підживленням мікродобривами. Так, препарати Мікофренд + Нітрофікс сприяли утворенню квіток у мікростадії ВВСН 65–69 від 11,4 до 17,9 шт/рослині. Поєднання Мікофренд + Ризоактив Бобові дало змогу

сформуватися найбільшій кількості квіток, ці показники були 13,1–18,3 шт/рослину. Комплексні рідкі добрива Найс та Авангард призначені для повного позакореневого підживлення бобових культур. Варто відмітити позитивний вплив даних препаратів на структурні елементи врожаю. Фоліарне живлення цими препаратами сприяло кращому збереженню квіток та досягти мінімальної їх абортивності, яка була в межах 13,2–21,0%, що порівняно з варіантом – контроль на 10–18% краще. На варіанті абсолютний контроль абортивність була досить високою: 65,4% квіток та 23,2% абортивність бобів (таблиця 1).

На період повного дозрівання і мікростадіях ВВСН 77–79 найменше бобів зафіксовано на контрольному варіанті – 3,3 шт/рослину. За дії комплексного мікоризоутворюючого препарату кількість бобів на одній рослині зафіксували 5,1–9,1 шт. Комплексне застосування рідких інокулянтів (Нітрофікс і Ризоактив Бобові) та Мікофренд мали позитивний вплив на збереження бобів гороху перед збиранням, максимальна їх кількість – 14,5 шт/рослину була на варіанті: Мікофренд + Ризоактив Бобові + Авангард. Меншими ці показники зафіксовані на дослідних ділянках без застосування мікродобрив 7,9–9,4 шт/рослину з показниками абортивності 16,5–20,5%.

Таку ж позитивну динаміку, дії препаратів які вивчалися відмічено на посівах гороху посівного сорту Гамбіт. Найменше квіток було сформовано на варіанті – контроль від 8,9 до 13,0 шт/рослину. На дослідних ділянках де обробляли насіння препаратами Мікрофренд + Нітрофікс та Мікрофренд + Ризоактив Бобові, зафіксовано 16,4–17,2 шт/рослину квіток, і 13,0–13,6 шт/рослину бобів. Відмічено, у рослин гороху сорту Гамбіт показники структури урожаю були меншими порівняно з рослинами сорту Есо, абортивність квіток та бобів дещо вищою.

Врожайність бобових культур, певною мірою залежить від кількості рослин на одиниці площі, кількості бобів на рослині, кількості насінин в одному бобі та маси насіння. Слід зазначити, що врожайність – це показник, який інтегрує низку факторів, що впливають на рослини під час вегетації. Наприклад, використання мікродобрив добрив впливає на розмір рослин, швидкість росту, морфологічні зміни в окремих органах і характер росту. Інокуляція насіння впливає на утворення ризобій, симбіотичну активність і кореневу систему рослини. Зрештою, всі перераховані вище фактори також впливають на врожайність. Не менш важливим показником структури врожаю є маса 1000 зерен. За роки досліджень встановлено, маса 1000 зерен для обох сортів гороху посівного сорту Гамбіт була в межах 232,3–248,9 г, у сорту Есо 222,5–239,5 г, залежно від факторів, які вивчалися.

Висновки. У статті висвітлено результати наукових досліджень за 2020–2024 рр., доведено особливості впливу передпосівних препаратів та мікродобрив на формування елементів структури врожаю гороху посівного в умовах правобережного Лісостепу України.

Біологічна дія мікоризоутворюючого препарату Мікофренд покращувала схожість насіння, збільшувала площу поглинання води та елементів живлення кореневою системою, забезпечувала кращої дії інокулянтів Нітрофікс та Ризоактив Бобові. У комплексному застосуванні із рідкими мікродобривами, які вносилися по листу показники елементів структури урожаю гороху посівного сортів Есо та Гамбіт були максимальними.

Таблиця 1

Елементи структури урожаю гороху посівного сорту Есо залежно від технологічних чинників (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	К-сть квіток, шт	К-сть бобів, шт	Абортивність квіток, %	Абортивність бобів, %
		ВВСН 65-69	ВВСН 77-79		
контроль	контроль	9,6	3,3	65,4	23,2
	Найс	11,1	5,8	48,1	19,4
	Авангард	12,4	6,9	44,2	19,1
Мікофренд	контроль	10,2	5,1	50,3	20,5
	Найс	14,6	8,6	41,2	17,5
	Авангард	14,9	9,1	38,6	17,3
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	11,4	7,9	30,8	17,8
	Найс	17,5	13,8	21,1	12,3
	Авангард	17,9	14,1	21,0	12,9
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	13,1	9,2	30,1	16,4
	Найс	18,1	14,1	22,1	11,9
	Авангард	18,3	14,5	20,8	11,6
Нітрофікс	контроль	12,6	8,2	34,6	17,0
	Найс	15,0	12,6	16,1	13,4
	Авангард	15,6	13,4	13,9	13,9
Ризоактив Бобові	контроль	13,9	9,4	32,7	16,5
	Найс	15,2	12,8	15,6	12,3
	Авангард	15,8	13,7	13,2	12,8

Таблиця 2

Елементи структури урожаю гороху посівного сорту Гамбіт залежно від технологічних чинників (середнє за 2020–2024 рр.)

Фактор А	Фактор В	К-сть квіток, шт	К-сть бобів, шт	Абортивність квіток, %	Абортивність бобів, %
		ВВСН 65-69	ВВСН 77-79		
контроль	контроль	8,9	3,1	66,1	23,4
	Найс	10,3	5,3	48,9	19,8
	Авангард	11,5	6,4	45,1	19,6
Мікофренд	контроль	9,5	4,7	51,0	20,8
	Найс	13,6	8,0	42,2	18,1
	Авангард	13,9	8,5	39,6	17,9
Мікофренд + Нітрофікс	контроль	10,7	7,4	31,5	18,3
	Найс	16,4	13,0	22,2	13,2
	Авангард	16,8	13,3	22,1	13,8
Мікофренд + Ризоактив Бобові	контроль	12,3	8,6	30,9	16,9
	Найс	17,0	13,3	23,2	12,7
	Авангард	17,2	13,6	21,9	12,5
Нітрофікс	контроль	11,8	7,7	35,4	17,5
	Найс	14,1	11,8	17,0	14,2
	Авангард	14,6	12,6	14,9	14,7
Ризоактив Бобові	контроль	13,0	8,8	33,6	17,1
	Найс	14,2	12,0	16,6	13,1
	Авангард	14,8	12,9	14,2	13,7

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В., Пилипенко Т.В. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги Південного регіону України в повоєнний період. *Climate-smart agriculture: science and 339 practice*. 2023. P. 361–394. DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18
2. 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
3. Мазур В.А. Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів вирощування гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного : монографія / Дідур І.М., Мостовенко В.В., Мазур О.В. Вінниця, 2022. 224 с.
4. Khomina V., Lapchynskyi V., Pustova Z., Nebaba K., Plahtiy D. Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. № 10. Pp. 79–90. https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79
5. Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М. Урожайність зерна гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації.* 2024. № 23. С. 228–233. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.33
6. Центило Л.В. Функціонування азотфіксувального симбіозу та продуктивність гороху за різних видів і рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. № 24. С. 37–42. https://doi.org/10.35868/1997-3004.24.37-42
7. Tulbek M.C., LamY., Wang P., Asavajaru A. Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. Sustainable Protein Sources. 2017. P. 145–164. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3
8. Кобак С., Колісник С., Сереветник О., Чорна В. Абортивність у сої: причини та шляхи вирішення проблеми. *Пропозиція.* 2017. № 6. С. 90–94. https://surl.li/ijqqba
9. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на показники структури урожаю та урожайність сортів гороху. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2016. № 24, ч. 1. С. 222–229.
10. Nebaba K., Khmelianchyshyn Yu., Panasiuk R., Puczel J., Koberniuk O. Influence of biostimulants on physiological processes, productivity, and quality of pea crop in modern agriculture. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28. № 1. Pp. 61–72. https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.61
11. Небаба К.С., Хмелянчишин Ю.В. Формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності гороху посівного залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2023. №. 40. С. 34–39. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.5

REFERENCES:

1. Gamayunova, V. V., Honenko, L. G., Baklanova, T. V., Pylypenko, T. V. (2023). Sivozmina yak zakhid resursozaoshchadzhennia ta ekolohichnoi rivnovahy Pivdennoho rehionu Ukrainy v povoiennyi period [Crop rotation as a measure of resource saving and ecological balance of the Southern region of Ukraine in the postwar period]. *Climate-smart agriculture: science and practice,* 361–394. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18 [in Ukrainian].
2. Tkachuk, O. P., Vradiy, O. I. (2022). Balans pozhyvnykh rechovyn u grunti pry vyroshchuvanni zernobobovykh kultur [The balance of nutrients in the soil

during the cultivation of leguminous crops]. *Ekolohichni nauky – Environmental sciences*, *2*(41), pp. 43–47. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7 [in Ukrainian].
3. Mazur, V. A., Didur, I. M., Mostovenko, V. V., Mazur, O. V. (2022). Naukovo-teoretychne obgruntuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia horokhu ovochevoho v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Scientific-theoretical justification of technological methods of growing green peas in the conditions of the right-bank forest-steppe]. Vinnytsia, 224 p. [in Ukrainian].
4. Khomina, V., Lapchynskyi, V., Pustova Z., Nebaba, K., Plahtiy D. (2024). Microbial inoculants as a means of improving soil and crop yields. *Scientific Horizons*. *27*(10). 79–90. https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.79
5. Gamayunova, V.V., Yermolaev, V.M. (2024). Urozhainist zerna horokhu zalezhno vid peredposivnoi obrobky nasinnia ta optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Pea grain yield depending on pre-sowing seed treatment and nutrition optimization in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations,* 23, 228–233. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.33 [in Ukrainian].
6. Centylo, L.V. (2016). Funktsionuvannia azotfiksuvalnoho symbiozu ta produktyvnist horokhu za riznykh vydiv i rivniv udobrennia [Nitrogen-fixing symbiosis functioning and pea productivity under different types and levels of fertilization]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultural microbiology*, 24, 37–42. https://doi.org/10.35868/1997-3004.24.37-42 [in Ukrainian].
7. Tulbek, M., Lam, Y., Wang, P., Asavajaru A. (2017). Pea: A Sustainable Vegetable Protein Crop. *Sustainable Protein Sources*, 145–164. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3
8. Kobak, S., Kolisnyk, S., Serevetnyk, O., Chorna, V. (2017). Abortyvnist u soi: prychyny ta shliakhy vyrishennia problemy [Abortion in soybeans: causes and ways to solve the problem]. *Propozytsiia – Offer*, 6, 90–94. https://surl.li/ijqqba [in Ukrainian].
9. Chinchyk, O. S. (2016). Vplyv obrobky nasinnia biopreparatamy na pokaznyky struktury urozhaiu ta urozhainist sortiv horokhu [The influence of seed treatment with biological preparations on indicators of crop structure and yield of pea varieties]. *Zbirnyk naukovykh prats PDATU – Collection of scientific works of PDATU*, *24*(1), 222–229 [in Ukrainian].
10. Nebaba, K., Khmelianchyshyn, Yu., Panasiuk, R., Puczel, J., Koberniuk, O. (2025). Influence of biostimulants on physiological processes, productivity, and quality of pea crop in modern agriculture. *Scientific Horizons*, *28*(1), 61–72. https://doi.org/10.48077/scihor1.2025.61
11. Nebaba, K. S., Khmelianchyshyn, Yu, V. (2023). Formuvannia indyvidualnoi ta nasinnievoi produktyvnosti horokhu posivnoho zalezhno vid ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh lisostepu zakhidnoho [The formation of individual and seed productivity of field peas depending on agrotechnical methods of cultivation in the conditions of the forest-steppe of the Western]. *Zbirnyk naukovykh prats PDATU – Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika,* 40, 34–39. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.5 [in Ukrainian].

Небаба К.С., Загнітко В.В. Агротехнічні аспекти для формування структурних елементів урожаю гороху ярого в умовах Правобережного Лісостепу України

Хоча всі бобові культури важливі та необхідні для сівозміни, проте є культура, яку українські аграрії зараз найбільше люблять (після сої, звичайно) – це горох, високобілкова культура. Зараз існує досить широкий спектр сортів гороху вітчизняної та зарубіжної селекції, які краще пристосовані до умов навколишнього середовища і більш продуктивні, ніж сорти, що висівалися 10–15 років тому. Вони стійкіші до осипання квіток, кращого збереження бобів, вилягання посівів, пригнічення бур'янами, значного пошкодження шкідниками та хворобами. Сучасні технології вирощування адаптовані «під нові сорти», на відміну від минулих років. Проведення аналізу структури врожаю важливий метод оцінки розвитку культури. Ключовими елементами структури врожайності гороху є кількість збережених квіток та бобів на рослині, кількість насінин у бобі, маса 1000 насінин.

Метою досліджень було вивчення впливу дії інокулянтів та мікоризоутворюючих препаратів, мікродобрив на формування індивідуальної продуктивності гороху посівного Правобережного Лісостепу західного.

Методи. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2020–2024 рр. в умовах НДЦ «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». У досліді вивчали сорти гороху посівного Гамбіт та Есо.

Результати. Доведено, значний вплив на формування квіток та їх збереження мали біологічні препарати які вивчалися: Мікофренд, Нітрофікс, Ризоактив Бобові, Найс та Авангард. Застосування лише мікоризоутворюючого препарату та інокулянтів призвело до більшої абортивності квіток на рослинах, та гіршому утворенню бобів на них. Позитивний вплив помічено на дослідних ділянках за комплексного застосування Мікофренду та інокулянта Ризоактив Бобові. На ділянках – абсолютний контроль помічено, значну кількість осипаних квіток, в межах 65,4 до 66,1%. Із застосуванням інокулянтів, мікоризоутворюючого препарату та мікродобрив збереженість бобів варіювала від 80,6–88,4%. За дії препаратів, які вивчалися кількість збережених бобів на рослині становила 5,8–14,5 шт/рослину; показники маси 1000 насінин у сорту гороху Гамбіт була в межах 232,3–248,9 г, у сорту Есо 222,5–239,5 г.

Висновки. Найбільш сприятливими умовами для реалізації росту, розвитку та формування елементів структури врожаю гороху посівного було застосування передпосівних біологічних препаратів, фоліарного живлення біодобривами.

Ключові слова: горох посівний, маса, структурні елементи врожаю, інокулянти, біодобрива.

Nebaba K.S., Zagnitko V.V. Agronomic aspects of forming yield structure elements in spring peas under the conditions of Right-Bank Forest Steppe in Ukraine

Although all leguminous crops are necessary for crop rotation, there is one crop that Ukrainian farmers currently prefer the most (after soybeans, of course) – peas, a high-protein crop. There is now a wide range of domestic and foreign pea varieties that are better adapted to environmental conditions and more productive than those sown 10–15 years ago. These varieties are more resistant to flower shedding, better seed retention, lodging, weed suppression, and significant damage from pests and diseases.

Modern cultivation technologies are adapted to "new varieties," unlike previous years. Analyzing the crop structure is an essential method for evaluating crop development. The key elements of pea yield structure include the number of preserved flowers and pods on the plant, the number of seeds per pod, and the weight of 1000 seeds.

The main purpose. The research aimed to study the effects of inoculants, mycorrhizal-forming agents, and micronutrients on the formation of the individual productivity of field peas in the Right-Bank Forest Steppe of Western Ukraine.

Research methods and materials. Experimental studies were conducted from 2020 to 2024 at the Podillia Research and Development Center of Podillia State University. The experiment studied the pea varieties HAMBIT and ESO.

The results. It was proven that biological preparations studied, such as MIKOFREND, NITROFIKS, RYZOAKTYV, NAIS, and AVANHARD, significantly impacted flower formation and retention. Applying only mycorrhizal-forming agents and inoculants led to more significant abortion of flowers on plants and poorer pod formation. Positive effects were observed in experimental plots where a combination of MIKOFREND and RYZOAKTYV Legumes inoculant was applied. Many flowers fell off in the absolute control plots, ranging from 65,4% to 66,1%. With the use of inoculants, mycorrhizal-forming agents, and micronutrients, flower retention was 80,6–88,4%. The number of preserved pods per plant was 5,8–14,5 pcs/plant. The 1000-seed weight for the HAMBIT pea variety ranged from 232.3 to 248.9 grams, and for the ESO variety, it ranged from 222.5 to 239.5 grams.

Findings. The most favourable conditions for the growth, development, and formation of yield structure elements in field peas were achieved by applying pre-sowing biological preparations and foliar feeding with biofertilizers.

Key words: field peas, weight, structural yield elements, inoculants, biofertilizers.

УДК 631.52:633:114(477.72)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.16

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТА СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

ПАНФІЛОВА А.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0006-4090
Миколаївський національний аграрний університет
КОРХОВА М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-6713-5098
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. *T. aestivum L.* та *T. durum Desf.* є найпоширенішими видами пшениці у світі. Але, ще не так давно, близько 150 років тому, наші предки їли хліб із стародавнього гексаплоїдного виду пшениці – *T. spelta* [1, 2].

З розвитком селекції, м'яка та тверда пшениці витіснили спельту з виробництва. Основними причинами цьому є негативні господарські ознаки виду, а саме: важкість вимолоту, ламкість колосу і як наслідок низька врожайність. Але поряд із негативними ознаками у спельти є низка важливих господарсько-біологічних ознак, які надають їй перевагу в органічному виробництві та дієтичному харчуванні [3, 4].

В останні роки зростає інтерес до культури пшениці спельти, але економічна ефективність їх вирощування не висвітлена в наукових працях.

Поряд з цим, надзвичайно важливою для переробної і харчової промисловості України є пшениця тверда, розширенню посівних площ під якою заважає економічна недоцільність її вирощування, через низьку зимо- і морозостійкість та вибагливість до попередників [5].

Головним критерієм ефективності вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі пшениці озимої, є їх економічна оцінка, яка залежить від конкурентоспроможності продукції та технології вирощування культури [6].

Підвищення врожайності та якості зерна пшениці озимої завжди супроводжується додатковими витратами коштів. Тому, економічна ефективність є важливим показником оцінки доцільності впровадження у виробництво досліджуваних елементів технології вирощування [7]. Основними і вагомими показниками економічної ефективності є співвідношення результатів діяльності та витрат на їх одержання. В умовах ринкових відносин, визначальним критерієм ефективності є чистий прибуток [8].

Основною метою досліджень є визначення економічної ефективності від вирощування різних видів та сортів пшениці озимої.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню економічної ефективності вирощування зерна пшениці озимої в умовах Степу України присвячена значна кількість досліджень.

За результатами польових досліджень у 2014-2017 рр. І. І. Ярчуком та ін. [9] визначено, що в умовах Північного Степу, більш економічно вигідно висівати пшеницю тверду озиму по чорному пару у строк 17 вересня з нормою висіву насіння 4,5 млн схожих насінин на 1 га та фоном мінерального живлення P_{15} + $N_{30,}$ що забезпечує формування врожаю на рівні 5,66 т/га і рівня рентабельності виробництва 143,6%.

Дослідження проведені упродовж 2008-2010 рр. у зрошуваній сівозміні в умовах Південного Степу України свідчать, що вища економічна ефективність від вирощування пшениці твердої озимої сортом Кассіопея, зафіксовано у варіанті на зрошенні до фази молочної стиглості зерна, що забезпечує врожайність зерна 6,03 т/га та рівень рентабельності виробництва 86,2% [10].

Я. В. Астахова та інші [11] доводять, що вищу рентабельність вирощування (190,2%) пшениці твердої озимої сорту Бурштин забезпечує сівба у строк 22 вересня та норма добрив N30P60K30+ N30, внесена локально наприкінці фази кущеня рослин. Тоді як у пшениці м'якої озимої кращим варіантом був сорт Голубка одеська, висіяний у строк 7 жовтня при вирощуванні без добрив, що забезпечує рівень рентабельності 222,8%, що на 32,6% більше, порівняно з вирощуванням пшениці твердої озимої.

Проведеним аналізом урожайності та економічної ефективності вирощування пшениці озимої за традиційною та органічною технологією упродовж 2015-2021 рр. в ТОВ «Дунайський аграрій» Ізмаїльського району Одеської області визначено, що вищу економічну ефективність забезпечує органічна технологія вирощування пшениці, ніж традиційна. Рівень рентабельності від вирощування при цьому становив 73-268%, тоді як за традиційної – 58-217% [12].

Проте, в науковій літературі майже відсутні данні порівняльної економічної оцінки від вирощування пшениці спельти, твердої та м'якої озимих форм.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2015/2016-2020/2021 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру МНАУ (с. Благодарівка, Миколаївського району Миколаївської області). Ґрунти дослідного поля – чорноземи південні, залишково-слабкосолонцюваті важкосуглинкові на лесах. Вміст гумусу в шарі 0-30 см 3,1-3,3%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (pH – 6,8-7,2). В орному шарі грунту міститься 15-25 мг/кг нітратів (за Грандваль Ляжу), 41-46 мг/кг рухомого фосфору (за Мачигіним), 389-425 мг/кг обмінного калію мг/кг ґрунту (на полуменевому фотометрі).

Дослід закладали методом розщеплення ділянок. Площа облікової ділянки становила – 25 м^2, повторність досліду чотириразова. Схема польового досліду включала наступні варіанти: Фактор А. Види пшениці: 1. *T. aestivum*; 2. *T. spelta*; 3. *T. durum*. Фактор В. Сорти: 1. Шестопалівка (st.); 2. Відрада; 3. Зоря України; 4. Європа; 5. Босфор; 6. Лінкор. Усі досліджувані сорти пшениці озимої занесені до Державного Реєстру Сортів рослин, придатних до поширення в Україні і рекомендовані для вирощування в зоні Степу України [13].

Сівбу проводили в рекомендовані для даної зони строки – І декада жовтня. Попередник – горох посівний.

Для аналізу економічної ефективності вирощування різних видів пшениці озимої використовували закупівельні ціни, наведені на сайті ТОВ «Нібулон» та на порталі Agrotender станом на вересень 2024 р. [14, 15]. Виробничі витрати розраховували на основі технологічних карт на вирощування культури. Економічну ефективність вирощування пшениці проводили за загально прийнятою методикою [16].

Результати досліджень. За результатами проведених польових досліджень упродовж 2016-2021 рр. визначено, що ефективність вирощування пшениці озимої істотно залежала від виду та сорту. Так, більшу врожайність зерна пшениці озимої (6,03 т/га) сформовано рослинами виду *T. aestivum* сорту Відрадата, що на 2,0% більше, ніж у сорту Шестопалівка, на 11,1% та 39,6% більше, ніж у досліджуваних сортів *T. spelta* і на 7,5 та 13,1% більше, ніж у досліджуваних сортів *T. durum* (табл. 1).

Аналіз отриманих експериментальних даних показав, що більшу вартість продукції з 1 га отримано за вирощування пшениці твердої озимої сорту Босфор – 55,8 тис. грн/га, що на 3,4 тис. грн/га більше, ніж за вирощування сорту Лінкор; на 5,3-8,3 тис. грн/га більше, ніж за вирощування досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої та на 7,6-23,0 тис. грн/га більше, ніж за вирощування досліджуваних сортів пшениці спельти.

Визначено, що найменшу вартість продукції з 1 га отримано за вирощування пшениці спельти сорту Зоря України, що обумовлено низькою врожайністю та нижчою закупівельною пціною на зерно цього виду (9000 грн/т). Слід зазначити, що виробничі витрати на вирощування пшениці спельти озимої збільшувались на 1,2-1,5 тис. грн/га збільшувались порівняно з витратами на вирощування досліджуваних сортів пшениці м'якої та твердої озимих форм.

Більший чистий прибуток отримано від вирощування пшениці твердої озимої сорту Босфор – 37,3 тис. грн/га, що на 3,3 тис. грн/га більше, ніж від вирощування сорту Лінкор, на 4,9-8,0 тис. грн/га більше за вирощування сортів пшениці мякої озимої та на 8,7-24,3 тис. грн/га більше за вирощування сортів пшениці спельти (рис. 1).

Менша собівартість 1 т вирощеного зерна пшениці озимої була у варіанті з пшеницею м'якою озимою сорту Відрада (3,01 тис. грн/т), що на 0,7 тис. грн/т менше, ніж у варіанті з сортом Шестопалівка (рис. 2).

Більша собівартість була отримана у зерна пшениці спельти сорту Зоря України – 5,43 тис. грн/га. За вирощування пшениці спельти сортом Європа собівартість зерна знижувалася на 67,6% порівняно з сортом Зоря України. Собівартість зерна пшениці твердої озимої коливалася в межах 3,32 тис. грн/га (Босфор) до 3,52 тис. грн/га (Лінкор).

Рівень рентабельності від вирощування пшениці озимої істотно залежав від виду та сорту. Вищий рівень рентабельності був за вирощування пшениці твердої озимої сортів Босфор (201,3%) та Лінкор (184,1%), що на 5,8-23,0% більше, від вирощування досліджуваних сортів пшениці м'якої озимої. Слід зазначити, що більш рентабельним за роки досліджень був сорт Відрада (178,3%) (рис. 3).

Найменш рентабельним видом була пшениця спельта, рівень рентабельності від вирощування якої становив 65,9% (Зоря України) та 145,1% (Європа).

Висновки. У результаті проведених польових досліджень у 2016-2021 рр. та економічного аналізу визначено, що для умов Південного Степу України більш економічно ефективно вирощувати пшеницю тверду озиму сорти Босфор та Лінкор, які формують врожайність зерна на рівні 5,24-5,58 т/га, з виробничими витратами на виробництво 18,4-18,5 тис. грн/га, що забезпечить отримання чистого прибутку на рівні 34,0-37,3 тис. грн/га та рівня рентабельності вирощування – 184,1-201,3%.

Враховуючи наукові досягнення інших дослідників теми, подальших досліджень потребують вивчення економічної ефективності вирощування від інших важливих елементів технології вирощування різних видів пшениці озимої.

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування різних видів та сортів пшениці озимої (середнє за 2016-2021 рр.)

Види пшениці (Фактор А)	Сорти (Фактор В)	Урожайність зерна, т/га	Вартість продукції з 1 га, тис. грн	Виробничі витрати на 1 га, тис. грн
Triticum aestivum	Шестопалівка	5,91	47,5	18,2
	Відрада	6,03	50,5	18,2
	Середнє	5,97	49,0	18,2
Triticum spelta	Зоря України	3,64	32,8	19,7
	Європа	5,36	48,2	19,7
	Середнє	4,50	40,5	19,7
Triticum durum	Босфор	5,58	55,8	18,5
	Лінкор	5,24	52,4	18,4
	Середнє	5,41	54,1	18,5

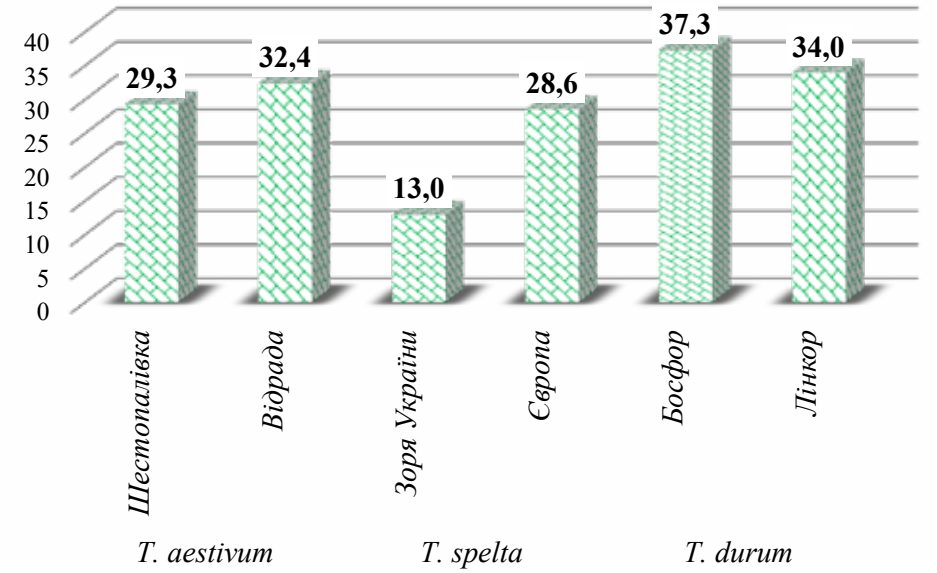


Рис. 1. Чистий прибуток від вирощування пшениці озимої залежно від виду та сорту (середнє за 2016-2021 рр.), тис. грн/га

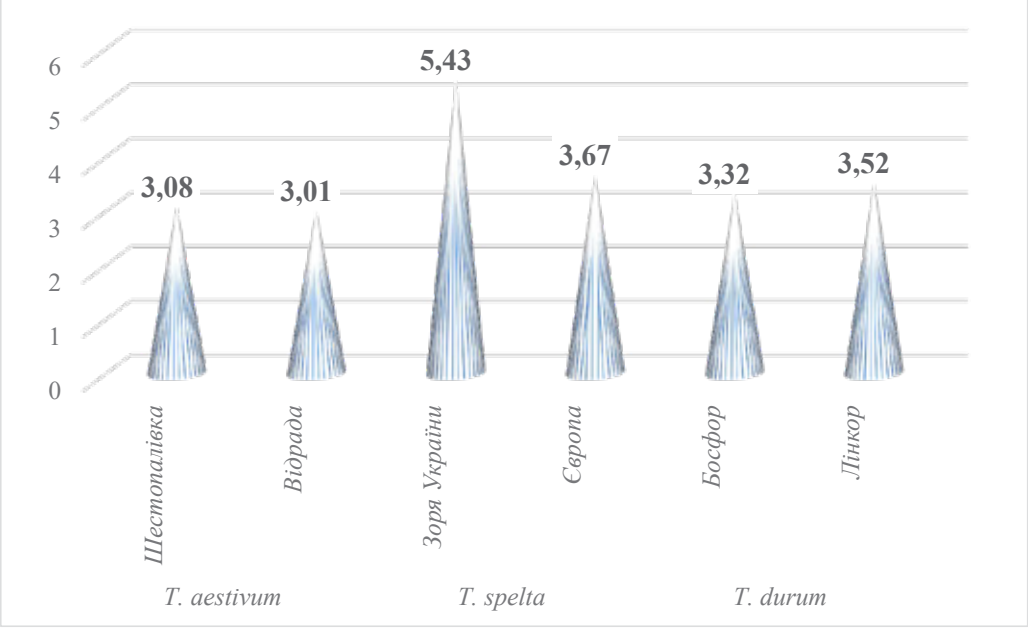


Рис. 2. Собівартість 1 т вирощеного зерна пшениці озимої залежно від виду та сорту (середнє за 2016-2021 рр.), тис. грн

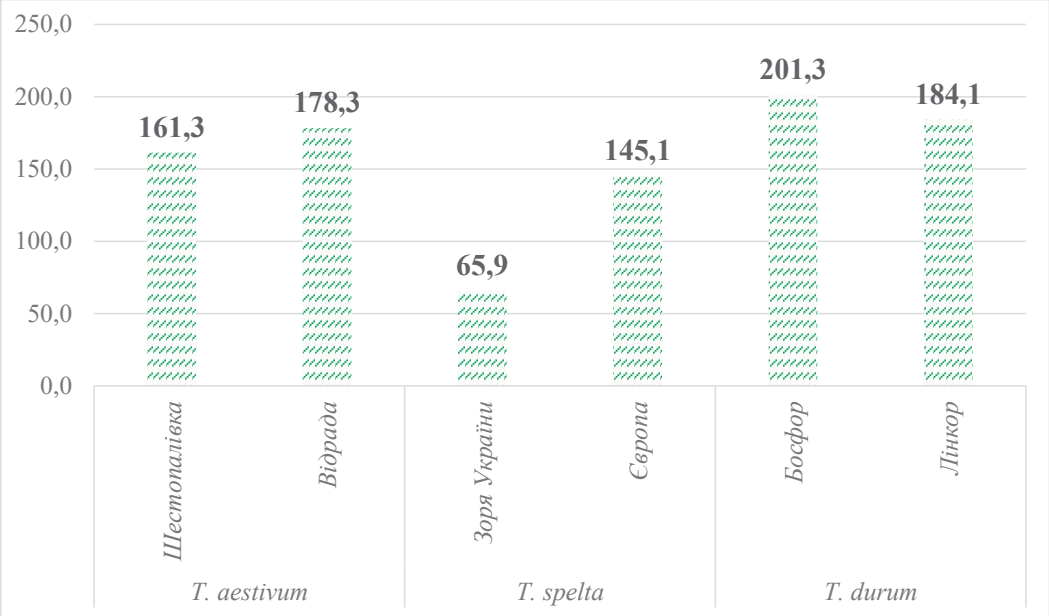


Рис. 3. Рівень рентабельності вирощування пшениці озимої залежно від виду та сорту (середнє за 2016-2021 рр.), %

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Salarov M., Filipehev B. Spelt vs common wheat: potential advances and benefits. Acta Innovations. 2020. 35 P. 58-65. https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4.
2. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Червоніс М. В., Моргун В. В., Моргун Б. В. Унікальна пшениця спельта (*Triticum aestivum* SSP. *Spelta* L.) з темно – фіолетовим зерном. *Фізіологія рослин і генетика*. 2024. Т. 56. № 5. С. 419-430. https://doi.org/10.15407/frg2024.05.419.
3. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В., Поліщук С. С., Червоніс М. В., Соколов В. М. Нова генетична варіабельність для поліпшення якості пшениці (*Triticum aestivum* L.). *Цитологія і генетика*. 2023. Т. 57. № 1. С. 3-16. https://doi.org/ 10.3103/s0095452723010103.
4. Korkhova M., Panfilova A., Domaratskiy Y., Smirnova I. Productivity of winter wheat (*T. aestivum, T. durum, T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. 24. P. 236-244. https://doi.org/10.12912/27197050/163124.
5. Korkhova M., Mykolaichuk V. Influence of weather conditions on the duration of interphysical periods and yield of durum winter wheat. *Scientific horizons*. 2022. 25(2). P. 36-46. https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.36-46.
6. Кривенко А. І. Економічна ефективність елементів технології вирощування пшениці озимої у сівозмінах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України.* 2019. № 2 (78). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.015.
7. Мірзоєва Т. В., Гуртовенко В. О. Економічна ефективність виробництва пшениці озимої в розрізі виробничих витрат. *Бізнес Інформ*. 2018. № 10. С. 203-208. https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-10_0-pages-203_208.pdf.
8. Гречишкіна Т. А. Економічна ефективність вирощування сортів пшениці озимої залежно від системи удобрення та методів захисту рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 122. С. 10-17. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.2.
9. Ярчук І. І., Мельник Т. В., Маслійов С. В. Особливості вирощування та економічні показники пшениці твердої озимої в Степу. *Таврійський науковий вісник.* 2019. № 108. С. 123-129. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.17.
10. Грабовський П. В., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Найдьонов В. Г. Економічна ефективність елементів технології вирощування пшениці озимої при зрошенні в умовах Південного Степу України. Зрошуване землеробство. 2011. Вип. 56. С. 284-288.
11. Астахова Я. В., Гасанова І. І., Кулик А. О. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення в Північному Степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 91-97. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.11.
12. Маренич М. М., Дяжук Р. У. Економічна ефективність вирощування органічної пшениці в умовах недостатнього зволоження Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2022. № 2. С. 92-99. DOI: doi:10.31210/visnyk2022.02.10.
13. Закупівельні ціни Нібулон. URL: https://www.nibulon.com/zakupivelni-tsiny-na-zernovi-kultury/ (дата звернення: 23.12.2024)
14. Agrotender. URL: https://agrotender.com.ua/traders/region_ukraine/pshenica_tverdaia_iarovaia. (дата звернення: 23.12.2024)
15. Державний реєстр сортів рослин придатних до поширення в Україні станом на 01. 07. 2024 р. https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin.
16. Надвиничний, С. А. Методологія дослідження економічної ефективності виробництва сільськогосподарської продукції. *Економічний аналіз*. 2016. Т. 25. № 2. С. 115-121.

REFERENCES:

1. Salarov, M. & Filipehev, B. (2020). Spelt vs common wheat: potential advances and benefits. Acta Innovations, 35, 58-65. https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4
2. Rybalka, O. I., Polishchuk, S. S., Chervonis, M. V., Morhun, V. V., & Morhun, B. V. (2024). Unikalna pshenytsia spelta (Triticum aestivum SSP. Spelta L.) z temno – fioletovym zernom [Unique spelt wheat (Triticum aestivum ssp. spelta L.) with dark-purple grain color]. Plant Physiology and Genetics, 56, 5, 419-430. https://doi.org/10.15407/frg2024.05.419 [in Ukrainian].
3. Rybalka, O. I., Morhun, V. V., Morhun, B. V., Polishchuk, S. S., Chervonis, M. V. & Sokolov, V. M. (2023). Nova henetychna variabelnist dlia polipshennia yakosti pshenytsi (*Triticum aestivum* L.) [New genetic variability for improving the quality of wheat (*Triticum aestivum* L.)]. Cytology and Genetics, 57 (1), 3-16. https://doi.org/10.3103/s0095452723010103. [in Ukrainian].
4. Korkhova, M., Panfilova, A., Domaratskiy, Y. & Smirnova, I. (2023). Productivity of winter wheat (*T. aestivum, T. durum, T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change. Ecological Engineering & Environmental Technology, 24, 236-244. https://doi.org/10.12912/27197050/163124.
5. Korkhova, M., & Mykolaichuk, V. (2022). Influence of weather conditions on the duration of interphysical periods and yield of durum winter wheat. Scientific horizons, 25(2), 36-46. https://doi.org/10.48077/scihor.25(2).2022.36-46.
6. Kryvenko, A. I. (2019). Ekonomichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi u sivozminakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Economic efficiency of elements of technology of growing of wheat winter-annual is in crop rotations of south steppe of Ukraine]. Scientific Reports of NULES of Ukraine, 2 (78). http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.02.015 [in Ukrainian].
7. Mirzoieva. T. V. & Hurtovenko. V. O. (2018). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva pshenytsi ozymoi v rozrizi vyrobnychykh vytrat [The economic efficiency of production of winter wheat in the context of production costs]. Business Inform, 10, 203-208. https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2018-10_0-pages-203_208.pdf. [in Ukrainian].
8. Hrechyshkina, T. A. (2021). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid systemy udobrennia ta metodiv zakhystu roslyn v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Economic efficiency of growing winter wheat varieties depending on the fertilization system and plant protection methods in the Southern Steppe of Ukraine]. Taurida Scientific Herald, 122, 10-17. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.2. [in Ukrainian].
9. Yarchuk, I. I., Melnyk, T. V. & Masliiov, S. V. (2019). Osoblyvosti vyroshchuvannia ta ekonomichni pokaznyky pshenytsi tverdoi ozymoi v Stepu [Features of cultivation and economic indicators of durum winter wheat in the Steppe]. Taurida Scientific Herald, 108, 123–129. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.17. [in Ukrainian]
10. Hrabovskyi, P. V., Kokovikhin, S. V., Pysarenko, P. V. & Naidonov, V. H. (2011). Ekonomichna efektyvnist elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi pry zroshenni v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Economic efficiency of elements of winter wheat cultivation technology under irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. Irrigated farming, 56, 284-288. [in Ukrainian].
11. Astakhova, Ya. V., Hasanova, I. I. & Kulyk, A. O. (2021). Efektyvnist vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby ta udobrennia v Pivnichnomu Stepu [Efficiency of winter wheat cultivation depending on sowing dates and fertilization in the Northern Steppe]. Bulletin of Poltava State Agrarian University, 4, 91-97. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.11. [in Ukrainian].
12. Marenych, M. M. & Diazhuk, R. U. (2022). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia orhanichnoi pshenytsi v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Stepu Ukrainy [Economic efficiency of growing organic wheat in conditions of insufficient moisture in the Steppe of Ukraine]. Bulletin of Poltava State Agrarian University, 2, 92-99. https://doi:10.31210/visnyk2022.02.10 [in Ukrainian].
13. Zakupivelni tsiny Nibulon [Buy Nibulon at the best price] https://www.nibulon.com/zakupivelni-tsiny-na-zerno-vi-kultury/ [in Ukrainian].
14. Agrotender. https://agrotender.com.ua/traders/region_ukraine/pshenica_tverdaia_iarovaia [in Ukrainian].
15. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn prydatnykh do poshyrennia v Ukraini stanom na 01. 07. 2024 r. (2024) [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine as of July 1, 2024]. https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin [in Ukrainian].
16. Nadvynychnyi, S. A. (2016). Metodolohiia doslidzhennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii [Metodolohiia doslidzhennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva silskohospodarskoi produktsii]. Ekonomichnyy analiz, 25, 2, 115-121. [in Ukrainian].

Панфілова А.В., Корхова М.М. Економічна ефективність вирощування різних видів та сортів пшениці озимої

В останні роки зростає інтерес до культури пшениці спельти, але економічна ефективність їх вирощування не висвітлена в наукових працях. Поряд з цим, надзвичайно важливою для переробної і харчової промисловості України є пшениця тверда озима, розширенню посівних площ під якою заважає економічна недоцільність її вирощування, через низьку зимо- і морозостійкість та вибагливість до попередників. Економічна ефективність є важливим показником оцінки доцільності вирощування пшениці озимої в зоні Південного Степу України. Мета досліджень – встановити вплив видових та сортових особливостей на формування врожайності та економічну ефективність вирощування пшениці озимої. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2016-2021 рр. на чорноземі південному в умовах дослідного поля Навчально-науково-практичного центру МНАУ з сортами пшениці мякої, твердої та спельти озимого типу розвитку. Під час дослідження використано польовий та порівняльно-розрахунковий методи. Закладання та проведення дослідів проводили згідно методики дослідної справи. Визначено, що більшу врожайність зерна в середньому по сортам формує пшениця м'яка озима (5,97 т/га), порівняно з твердою та спельтою, що на 9,4% та 24,6% відповідно більше. Аналізуючи вплив видових та сортових особливостей

на економічну ефективність вирощування пшениці озимої визначено, що більш економічно вигідно в умовах Південного Степу України вирощувати пшеницю тверду озиму, що дозволяє отримати чистий прибуток від вирощування 37,3 (Босфор) та 34,0 тис. грн/га (Лінкор) з рівнем рентабельності виробництва 201,3 і 184,1% відповідно. При вирощуванні пшениці спельти перевагу слід надавати більш врожайному сорту Європа, собівартість 1 т зерна якого становить 3,67 тис. грн, що на 32,4% менше, ніж собівартість 1 т зерна сорту Зоря України. Отримані наукові результати досліджень сприятимуть ширшому впровадженню вітчизняних сортів пшениці твердої та спельти на Півдні України, що сприятиме збільшенню виробництва продовольчого зерна високої якості.

Ключові слова: пшениця озима, види, сорти, урожайність зерна, економічна ефективність.

Panfilova A.V., Korkhova M.M. The influence of weather conditions in the spring-summer period and varietal characteristics on the formation of grain quality of soft winter wheat

One of the main genetic characteristics of a winter wheat variety is its baking qualities of grain, which affect the food class. However, wheat grain is often formed of low quality, which affects its price and profitability of production. Air and soil droughts during the period of grain filling often affect the formation of its quality, in particular, the mass fraction of protein and gluten. It is the correct selection of the variety that will contribute to the necessary agrotechnical measure in the Southern Steppe of Ukraine, which will contribute to the increase in the production of high-quality grain. The purpose of the research is to establish the influence of varietal characteristics and weather conditions in the interphase period "Earing – milky-wax grain maturity" on the formation of the mass fraction of protein and gluten. Experimental research was carried out during 2017-2023 on southern chernozem under the conditions of the Educational-Scientific-Practical Center of the Mykolaiv National Agrarian University with twenty varieties of winter wheat. Field, laboratory and comparative calculation methods were used during the research. The establishment and conduct of experiments were carried out according to the methodology of the research case. Grain quality was determined by infrared spectroscopy. It was determined that the higher protein content in the grain of the investigated winter wheat varieties was formed in 2023 – 15.2%, while the lowest – 12.3% in 2021. The greater mass fraction of gluten in the grain was formed in 2023 – 31.8%, slightly smaller (29.5%) in 2019 and the smallest (25.3%) in 2021. Analyzing the influence of weather conditions in dry, moderate and wet years, it was determined that a larger mass share of protein (14.4%) and gluten (29.2%) in grain, on average by variety, was formed by wheat plants in years with moderate moisture content (2020, 2023) with the sum of effective temperatures of 410.7 °C and the sum of precipitation for the reporting period of 71.6 mm. The obtained scientific research results will contribute to the wider introduction of strong and valuable varieties, which will contribute to the increase in the production of high-quality food grains.

Key words: winter wheat, variety, sum of effective temperatures, sum of precipitation, mass fraction of protein, mass fraction of gluten.

УДК 631.95:631.58:631.86 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.17

РОЗРОБКА БІООРГАНІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОДОБРИВ, ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ТА ФІЗІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

ПАНЦИРЕВА Г.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
провідний науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0539-5211
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Застосування біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин у технологіях вирощування сільськогосподарських культур дає змогу вирішити проблему підвищення врожаїв та одержання екологічно безпечної продукції. У цілому біоорганічні технології вирощування є досить перспективними у світі за сучасних інтенсивних агротехнологій, у яких відсутній пріоритет збереження родючості ґрунту та забезпечення природного біорізноманіття [1]. Сучасні засоби інтенсифікації такі як мікродобрива, регулятори росту рослин та мікробіологічні препарати впливають на ключові фізіологічні процеси в рослинах і ґрунті, виконуючи функції імуностимуляторів та антистресових засобів. Проте рівень вивчення дії біологічних препаратів на фізіологічні, біохімічні, анатомо-морфологічні процеси в рослинах, а також мікробіологічні процеси в ґрунті та можливості їх сумісного застосування залишається недостатнім. Зокрема, науковці ще не повністю дослідили вплив одночасного використання добрив, передпосівної обробки насіння, позакореневих підживлень мікродобривами, регуляторами росту та мікробіологічними препаратами на фізіологічно-біохімічні процеси, їх зміни та формування продуктивності сільськогосподарських культур. Також слабо вивчене питання впливу біопрепаратів-деструкторів стерні на активність мікробіоти в агрофітоценозах, що має важливе значення для забезпечення високої продуктивності цих систем [2].

Зазначається [3], що в умовах гострого дефіциту традиційних органічних добрив лише 35-40% впроваджених систем удобрення демонструють господарську ефективність. Решта призводить до додаткового навантаження на ґрунти, створюючи значні ризики для зниження якості продукції та агроекологічної стійкості сільськогосподарських територій, зокрема деградованих земель. Це сприяє хімічній деградації ґрунтів, збільшенню викидів вуглекислого газу та активізації процесів дегуміфікації, що негативно впливає на екологічний стан і продуктивність агроекосистем [4-5].

У таких умовах необхідно розробити чітку стратегію формування біоорганічних підходів для збалансованого управління родючістю порушених та деградованих ґрунтів. Ця стратегія має ґрунтуватися на зміні структури посівних площ і систем удобрення, враховуючи сучасний рівень ресурсного забезпечення України та перспективи її повоєнного відновлення. Ефективність цього процесу безпосередньо залежатиме від швидкості відновлення ґрунтового покриву та стабілізації процесів деградації ґрунтів, що є ключовим фактором сталого розвитку аграрного сектору [6].

Проблематика наукової статті ґрунтується на завданнях прикладного дослідження «Розробка науково-технологічного забезпечення підвищення родючості ґрунтів та раціонального використання потенціалу біоресурсів» (державний реєстраційний номер 0124U100444, термін виконання 2024-2026 рр.), яке виконується за рахунок коштів державного бюджету.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх двадцяти років у світовій аграрній практиці та в технологіях вирощування сільськогосподарської продукції відбулися суттєві зміни, що зумовлюють необхідність детального вивчення інноваційних рішень провідних аграрних країн світу задля їх адаптації та впровадження в умовах природно-кліматичних зон України. Особливу увагу слід приділяти аналізу сучасного стану сільського господарства та його попереднього розвитку, що є важливим для визначення перспективних напрямків галузі та прийняття ефективних рішень [7, 10].

На думку Мазура В.А. [2] формування агротехнологічних підходів до збалансованого управління родючістю пошкоджених та деградованих ґрунтів є важливим завданням для відновлення продуктивності земель, особливо в сучасних умовах, таких як військові дії, кліматичні зміни та інтенсивне землеробство. Дідур І.М. [6] вважає, що саме за вирощування зернобобових культур, які є виробництвом для покращення обґрунтованої структури та збагачення його азотом. Москалець В.В. [7] у своїх дослідженнях описав систему взаємовідносин «ґрунт-рослина-фітоценоз», як основу біологічного етапу, що дозволяє стабілізувати родючість ґрунту, відновити біорізноманіття та мікробіологічну активність. На думку Петриченка В.Ф. [3], питання біологізації рослинництва набуває особливої актуальності в умовах економічної та екологічної нестабільності, яка гостро проявляється в аграрному секторі. Венглінський М.О. [8] зазначає, що в сільськогосподарській науці накопичено чимало доказів того, що використання підвищених доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин часто призводить до накопичення шкідливих речовин у рослинах і продуктах тваринництва, перевищуючи допустимі норми.

Комплексна стратегія, яка передбачає застосування мікроорганізмів та регуляторів росту рослин для підвищення родючості ґрунту, може виявитися більш ефективною та екологічно безпечною альтернативою хімічній

меліорації. У зв'язку з цим, розробка технологій вирощування сільськогосподарських культур і дослідження взаємодії їх ризосфери із забрудненим середовищем є актуальним завданням для України та має значний глобальний науковий та практичний інтерес.

Мета досліджень. Створення конкурентоспроможних технологій вирощування сільськогосподарських культур для підвищення рівня врожайності, зменшення економічних затрат, поліпшення поживної цінності та збалансованості урожаю та збереження родючості ґрунту.

Методика та умови досліджень. Теоретичною та методологічною основою досліджень слугують спеціалізовані та загальноприйняті методи і методики, застосовувані в агрономії. Для забезпечення обґрунтованості висновків використовували комплексний підхід, що включає аналіз теоретичних положень, емпіричних даних та експериментальних результатів. Аналітичну базу становили звітні матеріали Державної служби статистики України та Департаменту агропромислового розвитку Вінницької обласної державної адміністрації. Для обробки й узагальнення експериментальних даних застосовували розрахунковий, статистичний та порівняльно-обчислювальний методи. Зокрема, використовували дисперсійний аналіз для оцінки варіації між досліджуваними показниками, кореляційний аналіз для виявлення взаємозв'язків між змінними та регресійний аналіз для побудови моделей, що описують вплив різних факторів на результати досліджень. Такий комплексний підхід забезпечив високий рівень достовірності й наукової обґрунтованості отриманих результатів.

Технологія вирощування кукурудзи та соняшнику включала всі базові елементи рекомендовані для зони правобережного Лісостепу України. Попередник у всіх дослідах пшениця озима. Основний обробіток ґрунту проводився після збирання попередника і передбачав дискування на глибину 8-10 см та полицевий обробіток на глибину 23-25 см. Удосконалена технологія вирощування кукурудзи на зерно передбачає комбіноване використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га) та застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos – 150 кг/га), а також дворазового позакореневого підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичний період вегетації (8 листок). Удосконалена технологія для вирощування соняшнику застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos – 150 кг/га) у поєднанні із комбінованим застосуванням позакореневого підживлення гібридів соняшнику мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та бор – 1,5 л/га) за внесення у критичний період вегетації (10 листок).

Результати досліджень Основна суть технології **б**азується на здійсненні процесу повноцінного використання поживних речовин рослинами, що передбачає розробку елементів застосування комплексу альтернативних видів добрив за їх вирощування у розрізі короткострокової та довгострокової дії та базисною надбудовою факторної оцінки блоку ґрунтових умов родючості, гідротермічних умов території, ресурсного забезпечення підприємств, екологічного стану регіону, що забезпечує показники підвищення урожайності, повноцінності зерна та збереження родючості ґрунту.

У ході досліджень розроблено та впроваджено регламенти застосування сучасних засобів інтенсифікації на продуктивність сільськогосподарських культур у системі ринковоформуючих агротехнологій її вирощування. Опрацьовано ефективність впливу окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos) на морфометричні показники та продуктивність гібридів кукурудзи та соняшнику (ДКС 3972 та Бельведер). Визначено і узагальнено рекомендації щодо найбільш доцільного застосування позакореневих підживлень із позиції їх однокомпонентного та двокомпонентного застосування, а також вказано на доцільність застосування технологічних регламентів мікродобрив (цинк, сульфат магнію, бор) для підвищення загальної продуктивності рослин.

Застосування рекомендованої технології дозволяє зменшити норми внесення мінеральних добрив, пестицидів, зменшити економічні затрати, поліпшити стан навколишнього середовища та сприяти збереженню ґрунтів. Наукове обґрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи допоможе оптимізувати агротехнічні заходи з метою цілеспрямованого формування високопродуктивних агроценозів цієї культури.

Також відомі технологічні прийоми вирощування, що включають використання біопрепаратів при вирощуванні кукурудзи на зерно, причому використовують сумісне застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників та хвороб та мікробних біопрепаратів комплексної дії: для обробки насіння перед сівбою в дозі 2,0 л/т та обробки рослин протягом вегетації – 0,8 л/га Біокомплекс-БТУ; для передпосівної обробки насіння в дозі 0,3 л/т та обробки рослин протягом вегетації – 0,5 л/га – Липосам; для забезпечення боротьби з шкідниками (кукурудзяним та луговим метеликами та ін.) протягом вегетації в дозі 3,0 л/га – Лепідоцид; для прискорення розкладання пожнивних решток та зниження фітотоксичності ґрунту дозою 1,5 л/га – Біодеструктор стерні [5]. Основним недоліком відомого аналога є те, що попри оптимізацію мінерального живлення рослин, не має впливу на стресове навантаження на рослини в несприятливих для них температурних умовах глобального потепління, що позначається на недоборі врожаю.

У технології рекомендується застосування різноваріантних комплексних комбінацій гранульованих добрив із комплексним макро- та мікроелементним вмістом різного біологічного характеру, що з огляду на особливості росту та розвитку гібридів містить технологічно-комплексний характер та дозволить у перспективі перейти на біоорганічну систему вирощування ринковоформуючих культур (соняшник, кукурудза, соя), а з огляду на економічні кризові явища з позиції агрохімзабезпечення – суттєво знизити імпортозалежність виробництва даних культур та скоротити виробничі витрати на її вирощування з врахуванням позитивної дії на екологічний стан ґрунтів.

Технологія створена на основі застосування позакореневого підживлення гібридів мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію, цинк та бору) за внесення у критичні періоди вегетації за застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos).

Результати проведених досліджень за 2022-2024 роки показали, що рівень врожайності зерна кукурудзи у значній мірі залежить від комбінованого використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га) та застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos), а також дворазового позакореневого підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичні періоди вегетації (8 листок). Максимальна реалізація генетичного потенціалу гібриду кукурудзи ДКС 3972 створюється за комбінованого використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га), а також позакореневого підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичні періоди вегетації та застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos) перед посівом (табл. 1).

Проведеними дослідженнями встановлено, що комбіноване використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га), а також позакореневе підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом із необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичний період вегетації (8 листок) та застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos) характеризується позитивним впливом на підвищення показників врожайності гібриду кукурудзи ДКС 3972, що підлягали до вивчення. Важливим залишається питання застосування гранульованого добрива, а також рівень його впливу на продуктивність рослин, оскільки у багатьох випадках зміна габітусу має комплексний характер, що охоплює всю рослину, включаючи репродуктивні органи.

Відтак, у середньому по досліду комбіноване використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га), а також позакореневе підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом із необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичний період вегетації (8 листок) та застосування окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos) збільшило урожайність зерна кукурудзи на та 43,61%.

Встановлена залежність максимальної реалізації генетичного потенціалу кукурудзи на зерно створюється за комбінованого використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га) та окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos), а також позакореневого підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом із необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичні періоди вегетації (8 листок).

Максимальна реалізація генетичного потенціалу гібриду кукурудзи ДКС 3972 створюється за комбінованого використання перед посівом під культивацію карбаміду (150 кг/га) та окремого гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos), а також позакореневого підживлення гібридів кукурудзи мікродобривом з необхідним набором мікроелементів (сульфат магнію – 3 кг/га та цинк – 1,5 л/га) за внесення у критичні періоди вегетації (8 листок).

Здійснений аналіз елементів структури урожаю сортів сої, нуту звичайного та люпину білого показав, що впродовж проведення польових досліджень на їх величину значний вплив мали фактори, які були поставлені на вивчення. Результати досліджень індивідуальної продуктивності насіння сої показали, що максимальні кількісні показники індивідуальної продуктивності сорту Голубка, а саме кількість бобів на рослині (17,9 шт.) та кількість насіння (32,1 шт.) з однієї рослини були отримані в разі проведення передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обробкою посівів 0,75% розчином ретарданту хлормекват-хлорид (рис. 1).

Відмічена найбільша маса насіння з однієї рослини у сорту Голубка – 3,88 г, що більше на 0,61 г (або 15,2%), ніж у варіанті, де насіння не оброблялося.

Для формування максимальної врожайності зерна зернобобових культур необхідно застосовувати

Таблиця 1

Урожайність зерна кукурудзи гібриду ДКС 3972 залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах НДГ «Агрономічне», т/га (середнє за 2022-2024 рр.)

Передпосівна обробка	Позакореневі підживлення	Урожайність, т/га	±Mm
без обробки	контроль (без обробки)	4,55	-
	$MgSO_4$ + Zn	4,74	0,19
карбамід	без обробки	5,07	0,52
	$MgSO_4$ + Zn	5,56	1,01
Eurofertil 51 TOP Phos	без обробки	5,78	1,23
	$MgSO_4$ + Zn	6,07	6,07
карбамід + Eurofertil 51 TOP Phos	без обробки	7,43	1,52
	$MgSO_4$ + Zn	8,07	3,52
$НІР_{0,5}$ т/га: А – 0,8; В – 0,9; АВ – 1,1; 2022 р. $НІР_{0,5}$ т/га: А – 0,5; В – 0,8; АВ – 1,0; 2023 р. $НІР_{0,5}$ т/га: А – 0,7; В – 0,7; АВ – 0,9; 2024 р. $НІР_{0,5}$ т/га: А – 0,7; В – 0,8; АВ – 1,1.			

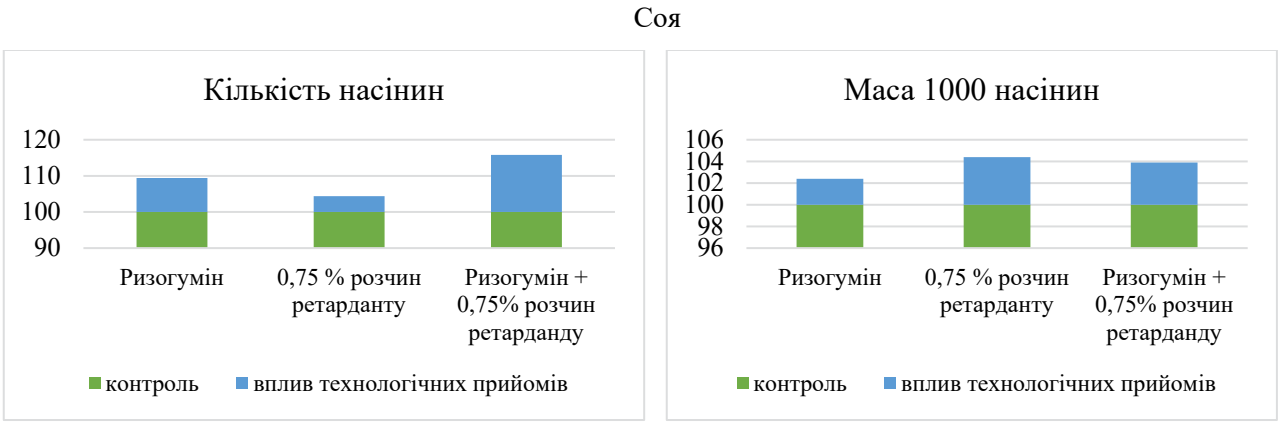


Рис. 1. Формування кількості насінин на 1 рослині та маси 1000 насінин залежно від передпосівної обробки насіння та концентрації ретарданту (середнє за 2018-2022 рр.)

Таблиця 2

Урожайність сої залежно від передпосівної обробки насіння та концентрації ретарданту, т/га (середнє за 2018-2022 рр.)

Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Урожайність, т/га	Прибавка урожаю, %
Азимут	Без обробки	без обробки (к)	2,06	-
		0,75	2,24	8,04
	Ризогумін	без обробки	2,31	10,82
		0,75	2,43	15,23
Голубка	Без обробки	без обробки	2,22	-
		0,75	2,30	3,48
	Ризогумін	без обробки	2,46	9,76
		0,75	2,67	16,85
$НІР_{0,05}$ % (соя): A-0,01; B-0,01; C-0,0; AB-0,02; AC-0,04; BC-0,14; ABC-0,05				

дворазову обробку посівів ретардантом хлормекват-хлорид: першу – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації. Відомо, що впродовж даних періодів у рослин відбувається закладання та розвиток генеративних органів. У свою чергу ретарданти впливають на синтез або активність гіберелінів, які відповідають за закладання квіток та їх фертильність, у результаті чого відбувається посилення відтоку елементів живлення до генеративних органів, що супроводжувалося зростанням врожайності зерна.

Дослідженнями встановлено, що врожайність сої значно змінювалася залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду та технологічних прийомів вирощування. Відтак, максимальна врожайність сої – від 2,43 т/га у сорту Азимут до 2,67 т/га у сорту Голубка (табл. 2).

Встановлено, що максимальний рівень прибавки врожаю на ділянках за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обробкою посівів 0,75% розчином ретарданту хлормекват-хлорид: першу – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації становив 15,23-16,28%.

Індекс урожайності має параболічну залежність від інокулянта у межах певної концентрації ретарданту – якщо в контрольному варіанті індекс урожайності був низьким через нестачу поживних елементів і диференціацію незначної кількості генеративних органів, то за використання дворазової обробки посівів ретардантом хлормекват-хлорид: першої – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації, він знижувався шляхом накопичення значної маси побічної продукції.

Найбільший вихід протеїну мав сорт сої Голубка на рівні 1,07 т/га на ділянках за передпосівної обробки насіння бактеріальним препаратом Ризогумін та обробкою посівів 0,75% розчином ретарданту хлормекват-хлорид: першу – у фазу 3-го трійчастого листка, друга – у фазу бутонізації (табл. 3).

У середньому за п’ять років досліджень вихід жиру був на рівні 0,40-0,61 т/га. Проте найбільший вихід жиру отримано за вирощування сорту Голубка – 0,61 т/га із прибавкою до контролю 27,87%.

Дослідження показали, що комбінація бактеризації насіння та дворазової обробки рослин ретардантом має позитивний ефект на підвищення врожайності досліджуваних сортів. Врожайність зерна варіює в залежності від генетичних особливостей видів і сортів. Аналіз середніх значень п’ятирічних досліджень сої виявив, що показники врожайності змінювались відповідно до різних технологічних прийомів вирощування.

Таблиця 3

Вихід сирого протеїну з урожаю зернобобових культур залежно від передпосівної обробки насіння та концентрації ретарданту (середнє за 2018-2022 рр.)

Сорт	Передпосівна обробка насіння	Концентрація ретарданту, %	Сирий протеїн, т/га	Прибавка, %
Азимут	Без обробки	без обробки (к)	0,64	-
		0,75	0,82	21,95
	Ризогумін	без обробки	0,74	13,51
		0,75	0,90	28,89
Голубка	Без обробки	без обробки	0,78	-
		0,75	0,91	14,29
	Ризогумін	без обробки	0,92	15,22
		0,75	1,07	27,10
$НІР_{0,05}$ т/га (соя): А-0,05; В-0,07; С-0,05; АВ-0,08; АС-0,07; ВС-0,12; АВС-0,05				

Висновки. Застосування удосконаленої технології вирощування соняшнику, кукурудзи та сої сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур на 19-32% та збільшенню показників якості гібридів на 22-24% (посівної придатності та відповідно олійності / вмісту крохмалю). При цьому забезпечується збереження позитивного балансу в ґрунтах основних макро та мікроелементів із отриманням кінцевої продукції що відповідає категорії її органічної для промислової переробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Панцирева Г.В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів люпину білого залежно від елементів технології вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2017. Вип. 2. С. 53–57.
2. Мазур В.А., Ткачук О.П., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Технологічність та агроекологічна стійкість скоростиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісництво.* 2021. № 4 (23). С. 96–111. DOI: 10.37128/2707-5826-2021-4-8
3. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Стратегія розвитку кормовиробництва в Україні. *Корми і кормовиробництво.* 2012. Вип. 73. С. 3–10.
4. 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
5. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 276 с.
6. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. No 16. С. 48–60.
7. Москалець В.В., Шинкаренко В.К. Застосування мікробних препаратів і мікроелементних добрив та якість зерна сої. *Агроекологічний журнал*. 2004. No 3. С. 19–24. doi: 10.26886/2414-634X.4(12)2004.0
8. Венглінський М.О., Глущенко М.К., Годинчук Н.В., Хмара Т.І. Роль мікроелементів у живленні рослин та покращенні родючості ґрунтів. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування.* Сер.: *Сільськогосподарські науки*. 2014. No 1. С. 73–79. doi: 10.32412/ 2306-5478-(1)2014.026
9. Яцук І.П., Панасенко В.М., Науменко А.С., Венглінський М.О., Годинчук Н.В. Особливості забезпечення мікроелементами ґрунтів України. *Агроекологічний журнал*. 2015. No 4. С. 63–69.
10. 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. No 18. С. 5–17.

REFERENCES:

1. Pantsyreva H.V. (2017). Produktyvnist ta azotfiksuiucha zdatnist sortiv liupynu biloho zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Productivity and nitrogen-fixing capacity of white lupine varieties depending on the elements of cultivation technology in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine]. Kyiv. Zbalansovane pryrodokorystuvannia. Vyp. 2. S. 53–57. [in Ukrainian]
2. Mazur V.A., Tkachuk O.P., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2021). Tekhnolohichnist ta ahroekolohichna stiikist skorostyhlykh sortiv soi [Technology and agroecological sustainability of precocious soybean varieties]. Vinnytsia. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo. № 4 (23). S. 96–111 [in Ukrainian].
3. Petrychenko V.F., Korniichuk 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].
4. Didur I., Bakhmat M., Shynchyk 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. R. 177–182 [in Ukrainian]
5. Zabolotnyi H.M., Mazur V.A., Tsyhanska O.I, Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Pantsyreva H.V. (2020). Ahrobiolohichni osnovy vyroshchuvannia soi ta shliakhy maksymalnoi realizatsii yii produktyvnosti [Agrobiological basis of

soybean cultivation and ways to maximize its productivity: a monograph]. Vinnytsia, monohrafiia, TOV TVORI, 301 s. [in Ukrainian].
6. 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. C. 48–60 [in Ukrainian]
7. Moskalets V.V., Shinkarenko V.K. (2004), Zastosuvannia mikrobnykh preparativ i mikroelementnykh dobryv na yakist zerna soi [Application of microbial preparations and microelement fertilizers on soybean grain quality]. Kyiv, Agroecological journal. No 3. P. 19–24. [in Ukrainian].
8. Venglinsky M.O., Glushchenko M.K., Hodynchuk N.V., Khmara T.I. (2014) Rol mikroelementiv v zhyvlenni roslyn i polipshenni rodiuchosti gruntu. [The role of trace elements in plant nutrition and improved soil fertility]. Kyiv [in Ukrainian].
9. Yatsuk I.P., Panasenko V.M., Naumenko A.S., Venglinsky M.O., Godinchuk N.V. (2015). Osoblyvosti zabezpechennia mikroelementamy gruntiv Ukrainy [Features of providing trace elements of soils of Ukraine]. Kyiv. Agroecological Journal. No 4. C. 63–69 [in Ukrainian].
10. Mazur V.A., Didur I.M., Pantsyreva H.V. (2020). Obgruntuvannia adaptyvnoi sortovoi tekhnolohii vyroshchuvannia 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 lisivnytstvo: zhurnal. No 18. P. 5–17 [in Ukrainian].

Панцирева Г.В. Розробка біоорганічної технології вирощування сільськогосподарських культур за використання біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин

Проблематика наукової статті ґрунтується на завданнях прикладного дослідження «Розробка науково-технологічного забезпечення підвищення родючості ґрунтів та раціонального використання потенціалу біоресурсів» (державний реєстраційний номер 0124U100444, термін виконання 2024-2026 рр.), яке виконується за рахунок коштів державного бюджету. Дослідження спрямоване на вирішення актуальної проблеми, зокрема застосуванню біодобрив, позакореневих підживлень та фізіологічно-активних речовин у технологіях вирощування сільськогосподарських культур дає змогу вирішити проблему підвищення врожаїв та одержання екологічно безпечної продукції. У цілому біоорганічні технології вирощування є досить перспективними у світі за сучасних інтенсивних агротехнологій, у яких відсутній пріоритет збереження родючості ґрунту та забезпечення природного біорізноманіття. Застосування рекомендованої технології дозволяє зменшити норми внесення мінеральних добрив, пестицидів, зменшити економічні затрати, поліпшити стан навколишнього середовища та сприяти збереженню ґрунтів. Наукове обґрунтування технологічного процесу вирощування кукурудзи, соняшнику та сої допоможе оптимізувати агротехнічні заходи з метою цілеспрямованого формування високопродуктивних агроценозів ринкоформуючих культур. гранульованого добрива (Eurofertil 51 TOP Phos). Застосування удосконаленої технології вирощування соняшнику, кукурудзи та сої сприяє підвищенню урожайності сільськогосподарських культур на 19-32% та збільшенню показників якості гібридів на 22-24% (посівної придатності та відповідно олійності / вмісту крохмалю). При цьому забезпечується збереження позитивного балансу в ґрунтах основних макро та мікроелементів із отриманням кінцевої продукції що відповідає категорії її органічної для промислової переробки.

Ключові слова: соя, кукурудза, соняшник, технологія вирощування, урожайність, якість.

Pantsyreva H.V. Development of bioorganic technology for growing agricultural crops using biofertilizers, foliar feeding, and physiologically active substances

The issues of the scientific article are based on the tasks of the applied research "Development of scientific and technological support for increasing soil fertility and rational use of the potential of bioresources" (state registration number 0124U100444, implementation period 2024-2026), which is carried out at the expense of the state budget. The research is aimed at solving a pressing problem, in particular, the use of biofertilizers, foliar top dressing and physiologically active substances in crop cultivation technologies makes it possible to solve the problem of increasing yields and obtaining environmentally safe products. In general, bioorganic cultivation technologies are quite promising in the world under modern intensive agricultural technologies, which do not prioritize the preservation of soil fertility and ensuring natural biodiversity. The use of the recommended technology allows you to reduce the rates of mineral fertilizers and pesticides, reduce economic costs, improve the state of the environment and contribute to soil conservation. Scientific substantiation of the technological process of growing corn, sunflower and soybeans will help optimize agrotechnical measures for the purpose of purposeful formation of highly productive agrocenoses of market-forming crops. granular fertilizer (Eurofertil 51 TOP Phos). The use of improved technology for growing sunflower, corn and soybeans contributes to an increase in crop yields by 19-32% and an increase in hybrid quality indicators by 22-24% (sowability and, accordingly, oil content / starch content). At the same time, a positive balance of basic macro and microelements in the soil is maintained, with the final product corresponding to its organic category for industrial processing.

Key words: soybean, corn, sunflower, cultivation technology, yield, quality.

УДК 633.853.69/631.58
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.18

ОСОБЛИВОСТІ ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН СОНЯШНИКУ

ПЕЛЕХ Л.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-0967-2121
Вінницький національний аграрний університет
ОНУФРІЙЧУК О.М. – аспірант
orcid.org/0009-0001-7173-8729
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соняшник належить до стратегічних олійних культур України і є дуже привабливим для агровиробників завдяки стабільності попиту на насіння та його високу ринкову ціну.

Олійні культури займають 8,3% в загальному українському експорті та відправляються на 92 зовнішні ринки. В 2021 році Європа стала найбільшим покупцем української продукції з насіння соняшнику та інших олійних культур – експорт до країн ЄС становив 68,1%. Тож важливість цього сегменту сільського господарства важко переоцінити [1].

В Україні соняшник є основною олійною культурою. Олія представляє собою високоякісний продукт із високим рівнем калорійності і широко використовується в харчовій та консервній промисловості. Насіння районованих сортів і гібридів соняшнику містить 50–52% олії, а селекційних – до 60% [2].

Сучасна тенденція зміни клімату в бік потепління потребує перегляду технологічних прийомів (строків і способів сівби, густоти стояння, догляду за посівами тощо), але й пошук і впровадження новітніх адаптованих до грунтово-кліматичних зон сортів і гібридів соняшнику, що суттєво впливатиме в цілому на вирощування олійних культур.

Аналіз останніх досліджень. Соняшник в Україні вирощується на невиправдано великих площах, всупереч науково рекомендованим вимогам та з порушенням технологій без урахування впливу на врожайність наступних культур та з негативним проявом на агроекологічний стан ґрунту, екологічну безпеку одержаної продукції [3], адже частка соняшнику у структурі посівних площ України найбільша і становить – 21,6% [4].

За два останніх десятиріччя посівні площі соняшнику зросли в чотири рази (з 1,6 до 7,1 млн га), а валовий збір підвищився у 10 разів. Тільки за останні роки виробництво цієї культури зросло з 9,02 млн тон в 2012/2013 маркетинговому році до 17,5 млн тон у 2021/2022 році. Передумовами високого виробництва соняшнику в Україні є значний потенціал родючості ґрунтів, нові високоадаптивні гібриди, використання інтенсивних технологій вирощування соняшнику [5].

Основні посіви соняшника зосереджені переважно у південних і центральних областях України. Його посіви займають понад 4,0 млн. га, що становить 64,7% площі всіх технічних і 15,7% площі усіх сільськогосподарських культур [6, 7].

Великий вплив на структуру площ соняшнику мали військові дії в південно-східній частині країни. Релокація крупних господарств в західні і центральні регіони відбувалася разом із традиційними для цих підприємств сівозмінами. Тому ця культура почала з'являтися на нових полях. В середньому за 2022–2023 роки особливо велике збільшення площ соняшнику спостерігається в Житомирській +58% (+ 58 тис.га в порівнянні до 2021 р.), Чернігівській + 21% (+ 51 тис. га), Рівненській +67% (+ 24 тис. га), Вінницькій +6% (+ 23 тис. га) областях. Традиційні для цієї культури Харківщина і Полтавщина майже не змінили площі вирощування за останні 3 роки, вони залишалися стабільними – на рівні 450 тис. га і 400 тис.г а відповідно. Найбільші за площами соняшнику в Україні – Дніпропетровська (близько 770 тис. га в середньому за 2 роки) та Кіровоградська (600 тис.га) області хоч і мають великі коливання за останні 2 роки, але, в середньому, порівнюючи з 2021 роком, мають невелике зменшення по площах – 5% і – 6% відповідно. На 50 тис. га відбулося зменшення посівних площ в Одеській області у 2023 році [8].

Урожайність насіння соняшнику в Україні, хоч й незначно, але збільшується. В першу чергу це пов'язано з посівом нових сортів і гібридів та підвищенням рівня агротехніки, а по-друге – це зростання попиту до цієї культури на світовому ринку. Саме підвищення врожайності є основним ресурсом для збільшення виробництва соняшнику в Україні.

Мета – аналіз особливостей густоти стояння сортів та гібридів соняшнику в різних грунтово-кліматичних умовах України, які би сприяли максимальній урожайності насіння даної культури.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводилися опрацюванням літературних джерел з питань густоти стояння сортів та гібридів соняшнику.

Результати досліджень. За врожайністю насіння гібриди соняшника на 20–30%, а по олійності – на 15–20% переважають кращі районовані сорти. Збільшити об'єм виробництва товарного насіння олійного соняшнику в Україні без розширення посівних площ можливо за створення більш продуктивніших гібридів з певними господарсько-цінними ознаками, які поєднують стабільність великої урожайності з якістю продукції, та за рахунок адаптованості нових гібридів до відповідних погодно-кліматичних умов вирощування, що дозволить збільшити врожайність понад 4 т/га [9, 10].

На сьогодні в структурі соняшникових посівних площ в Україні, близько 90%, становлять зарубіжні гібриди, які характеризуються високим потенційним урожаєм та якісним насінням. Решта – продукти вітчизняної селекції, яка свого часу втратила репутацію і лише недавно почала відроджуватися [11].

В 2022 році в Реєстрі нараховувалось 955 сортів та гібридів соняшнику, серед яких іноземним компаніям світу належить 68% соняшнику на ринку України (651 од.). Найбільша кількість сортів соняшнику належить заявникам Франції (294 од) [12].

Аграрії віддають перевагу якісному насіннєвому матеріалу провідних селекційних компаній, котрі у створенні гібридів враховують усі сучасні виклики рослинництва, в тому числі й кліматичні. Найчастіше зустрічаються гібриди селекції Syngenta, Limagrain, DuPont, Pioneer та ін. [13, 14].

За тривалістю вегетаційного періоду гібриди соняшнику поділяють на скоростиглі (80–90 днів), ранньостиглі (100 днів), середньостиглі (до 110 днів). За цими показниками можна визначити найкращий гібрид для певної зони вирощування [15].

Для нормального росту і розвитку рослин соняшнику потрібна відповідна площа живлення, за якої вони будуть мати достатньо поживних речовин, води і сонячної енергії для створення необхідної вегетативної маси і в подальшому формування насіння соняшнику. Врожайність насіння найвища за оптимальної норми висіву, величина якої залежить від кліматичних умов, родючості грунту, попередника, удобрення, сорту чи гібриду, строків і способів сівби, якості насіння тощо.

Значною мірою врожайність насіння соняшнику залежить від густоти посіву в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Оптимальною вважається густота, за якої створено належні умови для росту та розвитку кожної рослини і є можливість отримати високий врожай з одиниці площі. У комплексі агротехнічних заходів вирощуванні соняшнику, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густота стояння рослин. Вагомий урожай можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній зоні вирощування [16, 17].

Оптимальна густота стояння – одна з найважливіших передумов високих і якісних врожаїв насіння соняшнику. Для її досягнення першорядне значення має правильний вибір норми висіву. Чим вище густота стояння, тим менше розмір кошиків і навпаки. Густота рослин – один із головних факторів, який визначає ефективність використання родючості, температурного та водного режимів ґрунту, сонячної енергії та інших складових життєдіяльності агроценозу. В той же час єдиної думки відносно оптимальної густоти стояння рослин немає.

При надмірному загущенні збір насіння соняшника з гектара знижується. По мірі загущення посіву посилюється конкуренція між рослинами, примушуючи їх більш продуктивно використовувати умови середовища з метою підвищення врожайності культури. Але одночасно пропорційно густоті посіву рослин на гектарі збільшується непродуктивне використання факторів довкілля на утворення вегетативної маси [18].

Для підвищення врожайності необхідно збільшити коефіцієнт використання рослинами сонячної радіації завдяки правильному розміщенню їх у посівах, збільшенню площі листків, подовженню строку їхнього активного життя. Правильний вибір густоти стояння та способу розміщення дає змогу уникнути перегрівання ґрунту, яке викликає порушення водообміну в рослин, а умови водообміну і транспірація істотно впливають на фотосинтез [19].

За результатами проведених досліджень доведено суттєвий вплив густоти на біометричні показники, структурні елементи продуктивності рослин соняшнику, урожайність та вихід олії. Для вирощування гібрида Ригасол ОР в умовах Центрального Лісостепу України оптимальною і найбільш раціональною відзначена густота стояння рослин на рівні 50 тис. /га, яка забезпечила отримання максимальної урожайності насіння та високий вихід соняшникової олії з одиниці посівної площі. Суттєвий вплив густоти стояння рослин соняшнику впливає на діаметр кошика рослин: чим вище густота стояння, тим менший розмір кошиків рослин та навпаки. Встановлено, що високий вплив на мінливість урожайності соняшника чинять ґрунтово-кліматичні умови та густота стояння [20].

Серед агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності соняшнику, важливе місце належить вибору гібриду, оптимальних способів сівби і ширини міжрядь, з якими пов'язана площа живлення рослин та її конфігурація. За традиційної технології вирощування з густотою рослин 45–60 тис. шт./га площа живлення однієї рослини соняшника становить 0,17–0,22 м^2, а її форма нагадує видовжений прямокутник зі сторонами 70 × 24–30 см [21].

Густота стояння рослин для ультраскоростиглих гібридів з періодом вегетації до 90 днів складає 60–70 тис. рослин/га, для ранньостиглих гібридів з періодом вегетації 96–100 днів слід формувати густоту 55–60 тис. рослин/га, для середньоранніх гібридів з періодом вегетації 105–110 днів рекомендована густота 50 тис. рослин/га. Для сортів соняшника скоростиглої групи з вегетаційним періодом 90–95 днів оптимальна густота 45–50 тис. рослин/га, а для крупноплідних сортів соняшника середньопізньої групи з вегетаційним періодом 115–120 днів – 30–35 тис. рослин/га [22].

Науковці П.О. Дмитренко, П.І. Витриховський у своїй науковій праці відмічають, що варіабельність оптимального значення густоти рослин зумовлюється різними біологічними вимогами сортів або гібридів до факторів життя, біокліматичним потенціалом зони вирощування, мінливістю погодних умов, різними умовами вологозабезпечення. Тривалими дослідженнями в різних грунтово-кліматичних зонах встановлено межі оптимальної щільності рослин у посівах. За вирощування соняшнику в умовах південного Степу вище зазначений показник дорівнює 30–35, у північному Степу 45–50, у Лісостеповій зоні – 50–55 тис/га [23].

За результатами проведених досліджень в умовах ФГ «Вламакс» Кременчуцького району Полтавської області для гібриду соняшника Форвард оптимальною є норма висіву 50 тис. шт./га. Найвищу урожайність соняшнику отримано у варіанті з нормою висіву 50 тис. шт./га – 27,8 ц/га [24].

Автори О.І. Поляков, О.В. Нікітенко, А. І. Сорока [25] у своїй науковій праці відмічають, що в умовах Південного Степу України: максимальний рівень

врожайності гібридів, що вивчались, за I та II строків сівби забезпечила густота стояння рослин 50 тис./га, а за III строку сівби – 40 та 50 тис. га.

Густота стояння рослин соняшнику обумовила суттєві коливання продуктивності рослин. У середньому за роки проведення досліджень відмічена перевага вирощування гібриду Мегасан, який сформував середню врожайність насіння 24,1 ц/га з максимальним зростанням до 28,1–29,9 ц/га при густоті стояння рослин 40–50 тис./га та обробці посівів препаратами Вуксал і Майстер. Найменший рівень урожайності насіння на всіх досліджуваних гібридах в межах 16,4–18,9 ц/га був зафіксований за мінімальної густоти стояння рослин – 30 тис./га [26].

Дослідження проведені науковцями Г.В. Піньковський, С.П. Танчик у Правобережному Степу України показали, що найвищі показники врожайності насіння соняшнику гібридів LG 5582, LG 54.85, LG 56.32, Форвард було одержано за густоти 60 тис. рослин/га. У таких умовах гібрид LG 55.82 сформував найвищу урожайність – 3,85 т/га, гібрид LG 54.85 – 3,64 т/га, гібрид LG 56.32 – 3,62 т/га, гібрид Форвард – 3,09 т/га [27].

В умовах Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції імені М.І. Вавилова засвідчують, що максимальна насіннєва продуктивність ранньостиглого гібриду Чародій формувалася за густоти стеблостою 40 тис./га – 3,59 т/га. На варіанті досліду, де щільність рослин цього гібриду було збільшено до 50 тис./га відзначено зниження урожайності насіння соняшнику, відносно попереднього варіанту на 0,15 т/га або 4,2%. Слід відзначити, що у разі загущення посівів до 60 і 70 тис./га рослин спостерігали поступове зниженням врожайності гібриду Чародій. На варіантах досліду із вище зазначеною густотою рослин, урожайність гібриду Чародій поступалася контролю, відповідно на 0,28 і 0,36 т/га або 7,8 і 10,0%. Аналогічну тенденцію щодо реакції на різну густоту рослин на одиниці площі зміною рівня насіннєвої продуктивності культури спостерігали і в середньораннього гібриду Віват. Що стосується середньостиглого гібриду Гусляр, то за експериментальними даними виявлено дещо іншу його реакцію на щільність стеблостою. Вище зазначений гібрид соняшнику формував максимальний рівень урожайності насіння за густоти рослин 50 тис./га – 3,47 т/га, що на 0,05 т/га або 1,5% вище, ніж на контрольному варіанті. Результати досліджень свідчать, що у разі збільшення густоти рослин із 50 до 60 тис./га, спостерігали зменшення урожайності насіння цього гібриду соняшнику на 0,16 т/га або 4,6%, а порівняно з контролем – на 0,11 т/га або 2,9% [28].

Для вирощування ранньостиглого гібриду Заграва та середньораннього гібриду Український F1 в умовах Правобережного Лісостепу України оптимальною є густота 70 тис. рослин/га із шириною міжрядь 70 см [29].

Використані елементи агротехніки можуть бути запропоновані для удосконалення інтенсивно-адаптованих технологій вирощування соняшника в агроформуваннях Правобережного Лісостепу України.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що соняшник в Україні є стратегічно важливою олійною культурою. Для підвищення врожайності та якості насіння соняшнику слід впроваджувати новітні гібриди соняшнику, дотримуватись рекомендованих вимог щодо їх посіву і догляду. У зв'язку із змінами кліматичних умов для гарантованого отримання високої врожайності насіння культури в агроформуваннях слід висівати 2–3 гібриди соняшнику різної групи стиглості.

В умовах центрального Лісостепу України оптимальними і найбільш раціональними виявилась густота стояння рослин для ультраскоростиглих гібридів соняшнику з періодом вегетації до 90 днів 60–70 тис. рослин/га, для ранньостиглих гібридів з періодом вегетації 96–100 днів слід формувати густоту 55–60 тис. рослин/га, для середньоранніх гібридів з періодом вегетації 105–110 днів рекомендована густота 50 тис. рослин/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрій Яцина. Соняшник і соя: огляд сезону, результати жнив та ціни Kurkul.com. 2021. URL: https://kurkul.com/spetsproekty/1201-sonyashnik-i-soya-oglyad-sezonu-rezultati-jniv-ta-tsini (дата звернення: 07.01.2025).
2. Олійні культури в Україні: навч. посіб. / М.М. Гаврилюк та ін.; за ред. В. Н. Салатенка, 2-ге вид., перероб. і допов. Київ: Основа, 2008. 420 с.
3. Ткачук О.П., Бондарук Н.В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшник *Аграрні інновації*. 2023. № 18 С. 120–127. DOI**:** https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17
4. Розораність земель. URL: https://worldpopulationreview.com/country-ranki ngs/arable-land-bycountry (дата звернення: 07.01.2025).
5. Сільськогосподарське виробництво. Євростат. URL: https://ec.europa.eu eu ro stat/web/agriculture/data/database (дата звернення: 07.12.2024)
6. Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020.
7. Соняшник. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/ wiki/ Соняшник (дата звернення: 12.12.2024).
8. Куценко О.М., Каламбет В.В. Основні тенденції вирощування соняшнику в україні в 2021-2023 роках. *Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва:* матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (23 листопада 2023 року, м. Полтава). ПДАУ, 2023. С. 86–89.
9. Тимчишин О.Ф., Рудавська Н.М., Беген Л.Л. Перспективи вирощування соняшнику та вплив густоти стояння рослин на їх продуктивність. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.* 2021. Вип. 70 (2). С. 74–83. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-6
10. Нестерчук В.В. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та мікродобрив в умовах півдня України : дис. …доктора філософії : 06.01.09 / Інст. зрошув. землероб. Херсон, 2017. 199 с.
11. Соняшник: про що не люблять згадувати менеджери з продажу насіння. Пропозиція. 2017. № 12. URL:

https://propozitsiya.com/ua/sonyashnyk-pro-shcho-nelyu blyat-zgaduvaty-menedzhery-z-prodazhu-nasinnya (дата звернення: 12.12. 2024).
12. Гайдаш Є.В., Кузьменко О.Р., Бєлка О.В. Основні олійні культури в реєстрі сортів рослин України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних куьтур НААН.* 2023. № 35. С. 115–126. DOI: 10.36710/IOC-2023-35-10
13. Ільків Л.А. Економічні аспекти виробництва соняшнику. *Молодий вчений.* Жовтень. 2019. № 10 (74). С. 661–665.
14. Костина Т.П., Куманська Ю.О., Дубовик Н.С., Сабадин В. Я. Оцінка технологій гербіцидного захисту та моніторинг фітопатогенного стану гібридів соняшнику в центральному лісостепу України. *Український журнал природничих наук.* 2024. № 9. С. 261–270. DOI https://doi.org/10.32782/naturaljo urnal.9.2024.27
15. Кохан А.В., Тоцький В.М., Лень О.І., Самойленко О.А. Урожайність соняшнику залежно від погодних умов та гібридного складу. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2020. № 28. С. 164–172.
16. Кисіль В.І. Біологічне землеробство: тенденції в світі та позиція України. *Вісник аграрної науки.* 1997. № 10. С. 9–14.
17. Оверченко Б.П. Резерви соняшникового поля. *Пропозиція.* 2000. № 4. С. 43–44.
18. Яковенко Т.М. Олійні культури України. К. : Урожай, 2005. 406 с.
19. Когут І. М. Валентюк Н.О. Щетінікова Л.А. Формування продуктивності соняшнику залежно від густоти стояння рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 93–98. DOI https:// doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.13
20. Шевченко С.М. Вплив густоти стояння рослин соняшнику на продуктивність. *Агроном.* 2012. № 1 (35). С. 72–73.
21. Гарбар Л.А., Горбатюк Е.М. Особливості формування продуктивності посівів соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2017. № 1-2. С. 24–26.
22. Олександр Котигора: Вплив строків та норм висіву на урожайність соняшника. URL: https://superagronom.com/articles/484-oleksandr-kotigora-vpliv-strokiv-ta-norm-visivu-na-urojaynist-sonyashnika (дата звернення: 12.12.2024).
23. Дмитренко П.О., Витриховський П.І. Удобрення та густота посіву польових культур. К.: Урожай, 1975. 248 с.
24. Шокало Н.С. Свистун І.П. Формування урожайності соняшнику залежно від норми висіву. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 134. С. 202–207. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.26
25. Поляков О.І., Нікітенко О.В., Сорока А.І. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин за різних строків сівби. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2022. № 32. С. 99–111. DOI: 10.36710/IOC-2022-32-10
26. Коковіхіна С.В., Нестерчук В.В., Носенко ЮМ. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення. *Таврійський науковий вісник.* 2015. № 94. С. 37–42.
27. Піньковський Г.В., Танчик С.П. Продуктивність та економічна ефективність вирощування соняшнику залежно від строків сівби та густоти стояння рослин у Правобережному Степу України. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 115–123. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-115-123
28. Гангур В.В., Мотрич Р.Ю. Формування продуктивності гібридів соняшнику за різної густоти стеблестою. *Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва:* матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (23 листопада 2023 року, м. Полтава). ПДАУ, С. 136–138.
29. Борисенко В.В., Новак А.В., Калієвський М.В. Вплив густоти посіву та ширини міжрядь на урожайність різностиглих гібридів соняшнику. *Таврійський науковий вісник.* 2018. № 103. С. 3–9.

REFERENCES:

1. Yatsyna, A. (2021). Soniashnyk i soia: ohliad sezonu, rezultaty zhnyv ta tsiny [Sunflower and soya: season overview, harvest results and prices] Kurkul. com. https://kurkul.com/spetsproekty/1201-sonyashnik-i-soya-oglyad-sezonu-rezultati-jniv -ta-tsini (data zvernennia: 07.01.2025) [in Ukrainian].
2. Havryliuk, M. M. (2008). Oliini kultury v Ukraini: navch. posib. [Oilseeds in Ukraine]. / ta in.; za red. V. N. Salatenka, 2-he vyd., pererob. i dopov. Kyiv: Osnova, 420 s. [in Ukrainian].
3. Tkachuk, O.P., & Bondaruk, N.V. (2023). *Faktory intensyfikatsii ta ekolohizatsii vyroshchuvannia soniashnyk.* [Factors of intensification and ecologisation of sunflower cultivation]. *Ahrarni innovatsii.* №. 18. S. 120-127. DOI**:** https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17 [in Ukrainian].
4. Rozoranist zemel. [Ploughed land.]. URL: https:// worldpopulationreview.com/ country-rankings/arable-land-bycountry (data zvernennia: 07.01.2025) [in Ukrainian].
5. Silskohospodarske vyrobnytstvo. [Agricultural production.]. Yevrostat. URL: https://ec.europa.eu/ euro stat/web/agriculture/data/database (data zvernennia: 07.12.2024) [in Ukrainian].
6. Skliar, R. (2020). Measures to improve energy efficiency of agricultural production. [*Measures to improve energy efficiency of agricultural production*.]. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. [in Ukrainian].
7. Soniashnyk. Vikipediia. Vilna entsyklopediia. [Sunflower. Wikipedia. Free encyclopedia.]. URL: https://uk.wikipedia.org/ wiki/ Soniashnyk (data zvernennia: 12.12.2024). [in Ukrainian].
8. Kutsenko, O.M., & Kalambet, V.V. (2023). Osnovni tendentsii vyroshchuvannia soniashnyku v ukraini v 2021-2023 rokakh. [Main trends in sunflower cultivation in Ukraine in 2021-2023.]. *Aktualni napriamky ta problematyka u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia produktsii roslynnytstva:* materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (23 lystopada 2023 roku, m. Poltava). PDAU, S. 86-89. [in Ukrainian].
9. Tymchyshyn, O.F., & Rudavska, N.M., Behen L.L. (2021). *Perspektyvy vyroshchuvannia soniashnyku ta vplyv hustoty stoiannia roslyn na yikh produktyvnist.*

[Prospects of sunflower cultivation and the influence of plant density on their productivity.]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo.* Vyp. 70 (2). S.74-83. DOI: 10.32636/01308521.2021-(70)-2-6. [in Ukrainian].

10. Nesterchuk V.V. (2017). Produktyvnist hibrydiv soniashnyku zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn ta mikrodobryv v umovakh pivdnia Ukrainy. [Productivity of sunflower hybrids depending on plant density and microfertilisers in the south of Ukraine.] : dys. …doktora filosofii : 06.01.09 / Inst. zroshuv. zemlerob. Kherson, 2017. 199 s. [in Ukrainian].
11. Soniashnyk: pro shcho ne liubliat zghaduvaty menedzhery z prodazhu nasinnia. [Sunflower: what seed sales managers do not like to mention.]. Propozytsiia. 2017. № 12. https://propozitsiya.com/ua/sonyashnyk-pro-shcho-ne-lyublyat-zgadu vaty-me nedzhery-z-prodazhu-nasinnya (data zvernennia: 07.12. 2024) [in Ukrainian].
12. Haidash Ye.V., Kuzmenko O.R., Bielka O.V. (2023). *Osnovni oliini kultury v reiestri sortiv roslyn Ukrainy.* [Osnovni oliini kultury v reiestri sortiv roslyn Ukrainy]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kutur NAAN*. № 35. S. 115–126. DOI: 10.36710/IOC-2023-35-10 [in Ukrainian].
13. Ilkiv, L.A. (2019). *Ekonomichni aspekty vyrobnytstva soniashnyku.* [Economic aspects of sunflower production.]. *Molodyi vchenyi.* Zhovten. № 10 (74). S. 661–665. https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-10-74-139. [in Ukrainian].
14. Kostyna, T. P., Kumanska, Yu.O., Dubovyk, N.S., & Sabadyn, V. Ya. (2024). *Otsinka tekhnolohii herbitsydnoho zakhystu ta monitorynh fitopatohennoho stanu hibrydiv soniashnyku v tsentralnomu lisostepu Ukrainy.* [Evaluation of herbicide protection technologies and monitoring of the phytopathogenic state of sunflower hybrids in the central forest-steppe of Ukraine.]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk.* № 9. S. 261-270. DOI https://doi.org/10.32782/naturaljournal. 9.2024.27 [in Ukrainian].
15. Kokhan, A. V., Totskyi, V. M., Len, O. I., & Samoilenko, O. A. (2020). *Urozhainist soniashnyku zalezhno vid pohodnykh umov ta hibrydnoho skladu.* [Sunflower yield depending on weather conditions and hybrid composition.]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*. № 28. S. 164–172. [in Ukrainian].
16. Kysil, V.I. (1997). *Biolohichne zemlerobstvo: tendentsii v sviti ta pozytsiia Ukrainy.* [Biological farming: trends in the world and the position of Ukraine.]. *Visnyk ahrarnoi nauky.* № 10. S. 9-14. [in Ukrainian].
17. Overchenko, B.P. (2000). *Rezervy soniashnykovoho polia.* [Reserves of sunflower field.]. *Propozytsiia.* № 4. S. 43-44. [in Ukrainian].
18. Yakovenko, T.M. (2005). *Oliini kultury Ukrainy.* [Oilseeds of Ukraine.]. K. : Urozhai, 406 s. [in Ukrainian].
19. Kohut, I. M. Valentiuk, N. O. & Shchetinikova, L. A. (2020). *Formuvannia produktyvnosti soniashnyku zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy.* [Formation of sunflower productivity depending on plant density in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* № 112. S. 93–98. DOI https:// doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.13 [in Ukrainian].
20. Shevchenko, S.M. (2012). *Vplyv hustoty stoiannia roslyn soniashnyku na produktyvnist.* [Influence of sunflower plant density on productivity.]. *Ahronom.* № 1(35). S. 72-73. [in Ukrainian].
21. Harbar, L.A., & Horbatiuk, E.M. (2017). *Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti posiviv soniashnyku.* [Features of sunflower crop productivity formation.]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. № 1-2. S. 24–26. [in Ukrainian].
22. Kotyhora, O. Vplyv strokiv ta norm vysivu na urozhainist soniashnyka [Influence of Sowing Dates and Norms on Sunflower Yield]. https:// superagronom.com/articles/484-oleksandr-kotigora-vpliv-strokiv-ta-norm-visivu-na-urojaynist-sonyashnika (data zvernennia: 12.12.2024) [in Ukrainian].
23. Dmytrenko, P.O., & Vytrykhovskyi, P.I. (1975). *Udobrennia ta hustota posivu polovykh kultur.* [Fertilisation and sowing density of field crops.]. K.: Urozhai, 248 s. [in Ukrainian].
24. Shokalo, N.S. & Svystun, I.P. (2023). *Formuvannia urozhainosti soniashnyku zalezhno vid normy vysivu.* [Formation of sunflower yield depending on the seeding rate.]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* № 134. S. 202-207.. DOI https://doi.org/ 10.32782/2226-0099.2023.134.26 [in Ukrainian].
25. Poliakov, O.I., Nikitenko, O.V., & Soroka, A.I. (2022). *Produktyvnist hibrydiv soniashnyku zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn za riznykh strokiv sivby.* [Productivity of sunflower hybrids depending on the density of plants at different sowing dates.]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN*. № 32. S. 99–111. DOI: 10.36710/IOC-2022-32-10 [in Ukrainian].
26. Kokovikhina, S.V., Nesterchuk, V.V., & Nosenko, Yu M. (2015). *Produktyvnist ta yakist nasinnia hibrydiv soniashnyku zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn ta udobrennia.* [Productivity and quality of sunflower hybrids seeds depending on plant density and fertilisation.]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* № 94. S. 37–42. [in Ukrainian].
27. Pinkovskyi, H.V., & Tanchyk, S.P. (2020). *Produktyvnist ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia soniashnyku zalezhno vid strokiv sivby ta hustoty stoiannia roslyn u Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy.* [Productivity and economic efficiency of sunflower cultivation depending on the sowing time and plant density in the Right-Bank Steppe of Ukraine.]. *Ahrobiolohiia.* № 2. S. 115–123. doi: 10.33245/ 2310-9270-2020-161-2-115-123 [in Ukrainian].
28. Hanhur, V.V., & Motrych, R.Iu. (2023). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv soniashnyku za riznoi hustoty steblestoiu. [Formation of productivity of sunflower hybrids at different stem density.]. *Aktualni napriamky ta problematyka u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia produktsii roslynnytstva:* materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (23 lystopada 2023 roku, m. Poltava). PDAU, S.136-138. [in Ukrainian].
29. Borysenko, V.V., Novak, A.V., & Kaliievskyi, M.V. (2018). *Vplyv hustoty posivu ta shyryny mizhriad na urozhainist riznostyhlykh hibrydiv soniashnyku.* [Influence of sowing density and row spacing on the yield of differently ripe sunflower hybrids.]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* № 103. S. 3–9. [in Ukrainian].

Пелех Л.В., Онуфрійчук О.М. Особливості густоти стояння рослин соняшнику

Мета – аналіз особливостей густоти стояння сортів та гібридів соняшнику в різних грунтово-кліматичних умовах України, які би сприяли максимальній урожайності насіння даної культури.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проводилися опрацюванням літературних джерел з питань густоти стояння сортів та гібридів соняшнику.

Результати досліджень. У комплексі агротехнічних заходів вирощуванні соняшнику, від яких залежить урожай та його якість, важливе місце посідає густота стояння рослин. Вагомий урожай можливо отримати за рахунок високої індивідуальної продуктивності та гранично допустимої щільності стеблостою в конкретній зоні вирощування. Суттєвий вплив густоти стояння рослин соняшнику впливає на діаметр кошика рослин: чим вище густота стояння, тим менший розмір кошиків рослин та навпаки. Встановлено, що високий вплив на мінливість урожайності соняшника чинять ґрунтово-кліматичні умови та густота стояння.

За даними багатьох дослідників, оптимальна густота стояння рослин соняшнику в умовах південного Степу становить 30–35, північного – 45–50, Лісостепу – 50–55 тис. рослин/га.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що соняшник в Україні є стратегічно важливою олійною культурою. Для підвищення врожайності та якості насіння соняшнику слід впроваджувати новітні гібриди соняшнику, дотримуватись рекомендованих вимог щодо їх посіву і догляду. У зв'язку із змінами кліматичних умов для гарантованого отримання високої врожайності насіння культури в агроформуваннях слід висівати 2–3 гібриди соняшнику різної групи стиглості.

В умовах центрального Лісостепу України оптимальними і найбільш раціональними виявилась густота стояння рослин для ультраскоростиглих гібридів соняшнику з періодом вегетації до 90 днів 60–70 тис. рослин/га, для ранньостиглих гібридів з періодом вегетації 96–100 днів слід формувати густоту 55–60 тис. рослин/га, для середньоранніх гібридів з періодом вегетації 105–110 днів рекомендована густота 50 тис. рослин/га.

Ключові слова: соняшник, гібриди, сорти, клімат, густота стояння, урожайність.

Pelekh L.V., Onufriichuk O.M. Features of sunflower plant density

Goal. The aim is to analyse the peculiarities of sunflower varieties and hybrids in different soil and climatic conditions of Ukraine, which would contribute to the maximum yield of seeds of this crop.

Materials and methods of the study. The research was carried out by studying the literature on the density of sunflower varieties and hybrids.

Research results. In the complex of agrotechnical measures of sunflower cultivation, on which the yield and its quality depend, an important place is occupied by the plant density. A significant harvest can be obtained due to high individual productivity and the maximum permissible stem density in a particular growing area. The density of sunflower plants has a significant impact on the diameter of the plant basket: the higher the density, the smaller the size of the plant basket and vice versa. It has been established that soil and climatic conditions and planting density have a high impact on the variability of sunflower yields.

According to many researchers, the optimal density of sunflower plants in the southern Steppe is 30–35, in the northern Steppe – 45–50, and in the Forest-Steppe – 50–55 thousand plants/ha.

Conclusions. The analysis of the literature shows that sunflower is a strategically important oilseed crop in Ukraine. To increase the yield and quality of sunflower seeds, the latest sunflower hybrids should be introduced, and the recommended requirements for their sowing and care should be followed. Due to changes in climatic conditions, 2–3 sunflower hybrids of different maturity groups should be sown in agricultural formations to ensure high yields of the crop's seeds.

In the conditions of the central Forest-Steppe of Ukraine, the optimal and most rational plant density for ultra-early sunflower hybrids with a growing season of up to 90 days is 60–70 thousand plants/ha, for early maturing hybrids with a growing season of 96–100 days, a density of 55–60 thousand plants/ha should be formed, for medium-early hybrids with a growing season of 105–110 days, a density of 50 thousand plants/ha is recommended.

Key words: sunflower, hybrids, varieties, climate, planting density, yield.

УДК 635.21:631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.19

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ І КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ КАРТОПЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

ПОЛІЩУК В.О. – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач
orcid.org/0000-0003-2968-8382
Поліський національний університет
ЖУРАВЕЛЬ С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4627-9898
Поліський національний університет
КЛИМЕНКО Т.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-2071-6802
Поліський національний університет
КРАВЧУК М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-3405-9206
Поліський національний університет

Постановка проблеми. Картопля є не вимогливою культурою до гранулометричного складу ґрунту, хоча досить добре відгукується на легкі розпушені ґрунти, однак потребує високих норм внесення добрив, особливо калійних. В умовах України, більшість ґрунтів є придатними для вирощування даної культури, особливо сприятливими є умови в зоні Правобережного Полісся, де її вирощування є перспективним. Найкращими ґрунтами для картоплі є дерново-підзолисті, сірі опідзолені, чорноземи опідзолені та чорноземи звичайні. Картопля порівняно з іншими рослинами є менш чутливою до реакції pH ґрунту, яка знаходиться в межах 4,5-6,5. Ґрунти з лужною реакцією є несприятливими та часто знижують врожайність внаслідок зараження бульб паршею звичайною [1, 5].

Рослини отримують поживні речовини з ґрунту у вигляді водного розчину, який містить засвоювані поживні речовини елементів мінеральних добрив, що використовуються під вирощування та від органічних добрив (гній, заорані сидерати, солома). Тому вирощування картоплі за сумісного використання різних систем удобрення та рідких органо-мінеральних добрив є актуальним та потребує досконалого вивчення [2-4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Картопля є багаторічною рослиною родини пасльонових, яка походить із центральної частини Чилі (островів Чилое), а також із кордону Болівії та Перу, де була культивована інками. Розмножується вегетативно, в сільськогосподарській практиці – бульбами, у селекції та генетиці – генеративно – насінням. У XVI столітті була імпортована до Іспанії (червоношкіра форма) та Англії (жовто-білошкіра форма). Спочатку її вирощували у садах як декоративну і лікарську рослину. Польове вирощування картоплі почалося в 1640 році в Ірландії, звідки вона поширилася. В Австрії, Німеччині та Іспанії – в першій половині XIX століття після чого її вирощування поширилося в багатьох інших країнах Європи. Тоді вирощування картоплі досягло всіх куточків світу, адже на сьогодні вона є основою харчування, особливо для бідних верств населення [2-4].

Шлях картоплі до столів споживачів був складним. Наприклад, у Пруссії під час голоду в Померанії Фрідріх Великий у 1746 році видав постанову про популяризацію вирощування картоплі, яка увійшла в історію під назвою «картопляні накази» [1, 8].

Картопля, як і зернові культури є широко культивованою рослиною, яка приносить прибуток, однак є багато проблем, пов'язаних з організацією виробництва, поширенням досягнень технічного і біологічного прогресу та організацією його закупівлі для харчових і переробних цілей [5, 10].

У наш час основними районами виробництва картоплі є: Європа, Азія та Північна Америка. Її вирощування динамічно розвивається в Африці. У Європі основними регіонами виробництва картоплі є північно-східна Франція, Бельгія, Нідерланди, північна Німеччина та Велика Британія. В основному вирощують картоплю за інтенсивного землеробства, а отримана врожайність перевищує 4 т/га [7, 11].

Широкий спектр вирощування картоплі обумовлений великою різноманітністю сортів, з неоднаковою тривалістю вегетаційного періоду, високою пристосованістю до різноманітних кліматичних та ґрунтових умов, а також складом бульб і їх технологічних властивостей [6, 9].

Під впливом потреб ринку змінюється площа посіву, урожай і призначення картоплі. Картопля використовується в Україні в чотирьох основних напрямках: як репродуктивний матеріал (посадковий), для прямого споживання, для годівлі тварин і як сировина для промислової переробки [7-9].

Мета статті полягала у вивченні впливу різних видів добрив за сумісного внесення рідких органо-мінеральних добрив на формування врожаю та якісних показників картоплі.

Матеріали та методика дослідження. Дослідження проходили на базі дослідного поля Поліського національного на ясно-сірому лісовому ґрунті, який характеризується кислою реакцію ґрунту (pH 4,8) та є бідними за вмістом гумусу і поживних речовин.

За схемою двофакторного польового досліду виконано дослідження. *Фактор А* – передбачав варіанти удобрення, а ф*актор В* – позакореневе підживлення рідкими органо-мінеральними добривами на фоні систем удобрення: 1. Мочевин К № 1, р. (1 л/га) – діюча

речовина – макроелементи (NPK), мікроелементи 0,1%, сприяє розвитку кореневої системи, біомаси рослин та покращує їх імунну систему; 2. Мочевин К № 2, р. (1 л/га) – діюча речовина – макроелементи (NPK), мікроелементи 1 г/л, підвищує стійкість рослин до посухи та зменшує їх потребу у волозі, стимулює утворення додаткових пагонів та пришвидшує дозрівання; 3. Органік Д2М, р (1 л/га) – діюча речовина – N – 2,0-3,0%, P_2O_5 – 1,7-2,8%, K_2O – 1,3-2,0%, кальцію загального – 2,0-6,0%, органічних речовин – 65-70% (у перерахунку на вуглець) сприяє підвищенню схожості та енергії проростання насіння рослин, підвищує їх імунітет до різних захворювань, знижує вміст нітратів у овочево-плодовій продукції, призупиняє надходження радіонуклідів і важких металів у рослину; сприяє збільшенню вмісту легкодоступних поживних речовин у ґрунті; підвищує мікробну активність ґрунту; 4. Гумат калію (2 л/га) – діюча речовина – макроелементи (NPK), мікроелементи 0,3-2,5 г/л, сприяє підвищенню стійкості рослин до посухи й заморозків, прискорює процеси росту й розвитку рослин.

Обліки врожаю виконували за загальноприйнятими методиками, а уміст аскорбінової кислоти – за Муррі.

Методом двофакторного дисперсійного аналізу проводили статистичну обробку експериментальних даних за допомогою комп'ютерних програм (MS Office Excel 2003-2007, Statistika та ANOVA.

Результати дослідження. Згідно результатів дослідження, при вирощуванні картоплі у розрізі систем удобрення перевага, щодо формування урожаю була за варіанту удобрення з органо-мінеральною складовою, урожайність якої склала 30,21 т/га (рис. 1). Дещо нижчі показники урожайності були отримані за мінеральної системи удобрення, де урожайність склала 29,28 т/га.

За варіанту 2, який передбачав внесення органічних добрив (гною 50 т/га) урожайність становила 27,93 т/га. Найнижчі показники урожайності отримано за біологічного контролю без внесення добрив.

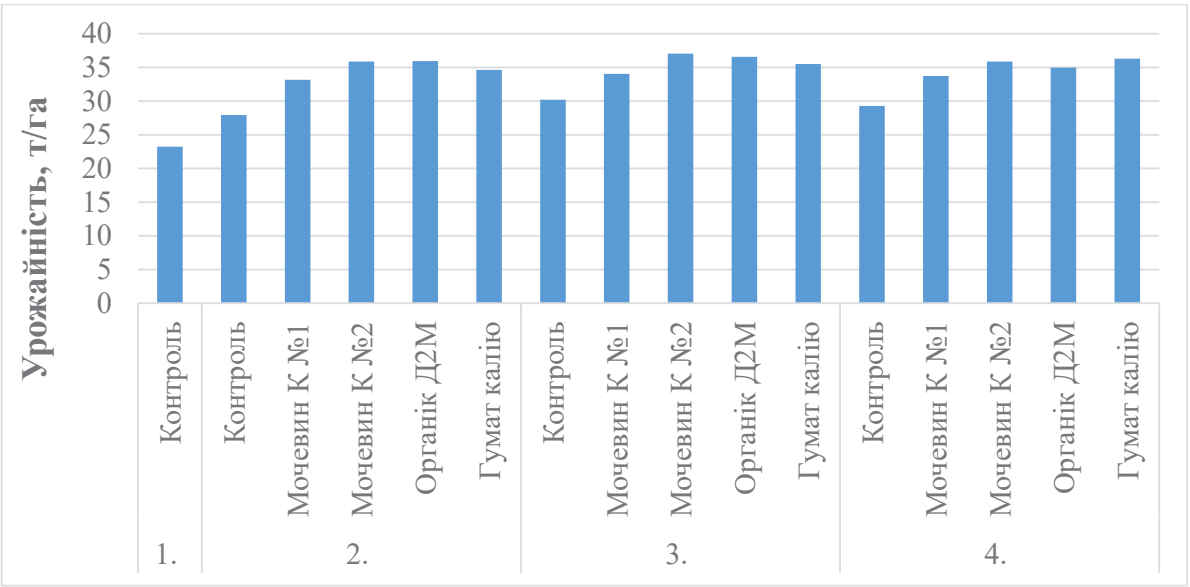
Внесення позакоренево рідких органо-мінеральних добрив сприяло зростанню врожаю картоплі, так найвищою урожайність була за органо-мінеральної системи удобрення при використанні Мочевин К № 1 та Органік Д2М, де урожайність відповідно склала 37,05 та 36,57 т/га.

Уміст вітаміну С є важливим якісним показником для бульб картоплі, який визначає харчову і кормову цінність. Адже для добової потреби людині необхідна кількість вмісту аскорбінової кислоти становить 63-105 мг. Так у 300 г відвареної картоплі міститься добова норма вітаміну С для людини.

Згідно результатів дослідження (рис. 2), найвищі показники вмісту вітаміну С отримали за 3 варіанту удобрення з органічною та мінеральною складовою, де вміст його склав 20,7 мг, дещо нижчим він був за варіанту 4 – мінеральна система ($N_{50}P_{40}K_{70}$) – 20,6 мг. При внесенні органічних добрив (гною 50 т/га) вміст аскорбінової кислоти склав 20,5 мг. Найнижчим він був на контрольному варіанті, де становив 19,9 мг.

При позакореневому внесенні рідких добрив, найвищі показники вмісту крохмалю отримані за органо-мінеральної системи удобрення при використанні Органік Д2М – 21,8 та Гумат калію – 21,7 мг.

Між урожайністю картоплі та вмістом аскорбінової кислоти проаналізовано кореляційну залежність. За результатами множинного кореляційного аналізу нами визначено найважливіші якісні показники отриманого врожаю, які були в сильній кореляційній залежності з урожайністю культури та вмістом аскорбінової кислоти (рис. 3).



1. Біологічний контроль; 2. Органічна система гній (50 т/га); 3. Органо-мінеральна система; 4. Мінеральна система ($N_{50}P_{40}K_{70}$)

Рис. 1. Урожайність картоплі сорту Белларoза, т/га (середнє за 2019-2021 рр.)

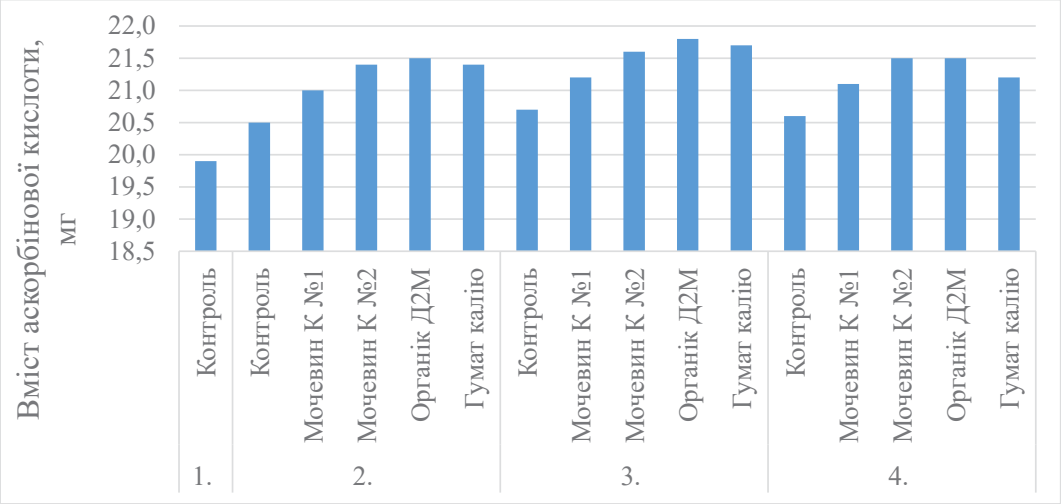


Рис. 2. Уміст аскорбінової кислоти в бульбах картоплі (середнє за 2019-2021 рр.), мг

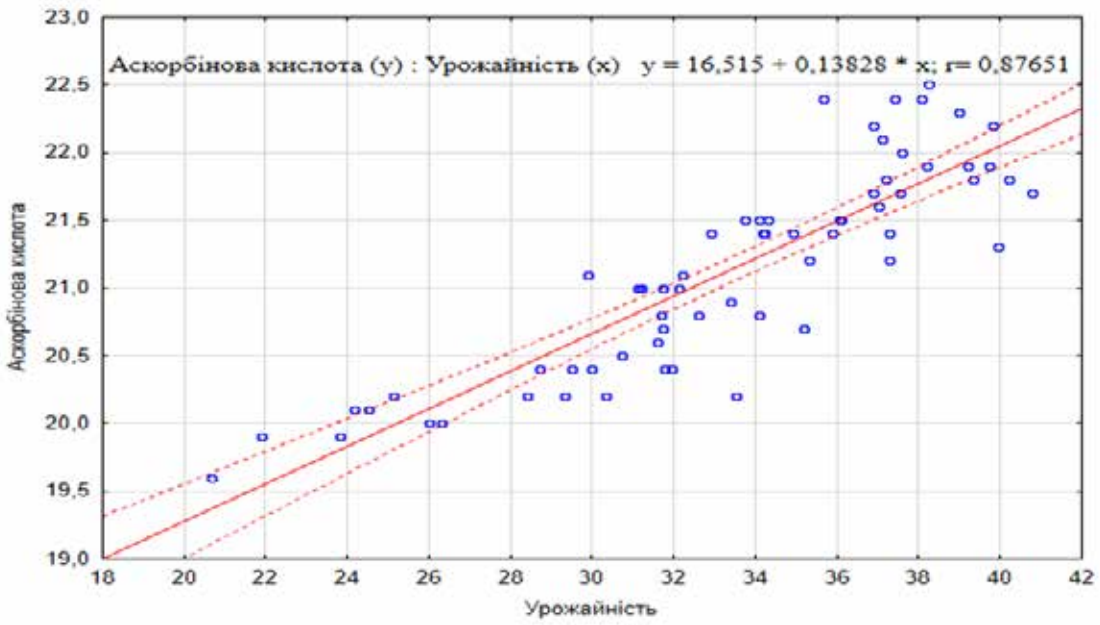


Рис. 3. Лінійна залежність між врожайністю і умістом вітаміну С у бульбах картоплі (середнє за 2019-2021 рр.)

Між врожайністю картоплі і умістом вітаміну С в умовах досліду існує лінійна залежність, яка описується рівнянням : Ascorbic acid = 16,515 + 0,13828 × x, (r = 0,88, r^2 = 0,77), де y – уміст вітаміну С, мг, x – врожайність, т/га.

Знаючи фактичний рівень продуктивності культури, у певній мірі, наведена лінійні залежність показує, що є можливим прогнозування деяких якісних показників врожаю, зокрема вмісту вітаміну С.

Висновки та пропозиції. Найвищу урожайність картоплі сорту Белларoса отримано за двох систем удобрення: органо-мінеральної та мінеральної. Щодо сумісного впливу систем удобрення та рідких органо-мінеральних добрив, то найвищою урожайність картоплі була при позакореневому підживленні Мочевин К № 2 – 37,05 т/га та Органік Д2М – 36,57 т/га за органо-мінеральної системи удобрення.

Щодо вмісту аскорбінової кислоти, то найвищим він був за 3 варіанту удобрення, де вміст його становив 20,7 мг. Внесення рідких добрив позакоренево за органо-мінеральної системи удобрення сприяли зростанню вмісту вітаміну С, так при внесенні Органік Д2М вміст його склав 21,8 мг, а Гумат калію – 21,7 мг.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому слід зосередити увагу на більш детальному вивченні сумісного впливу різних систем удобрення та рідких органо-мінеральних добрив на покращення кількісних та якісних показників картоплі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин : підручник / В. Д. Паламарчук, І. С. Поліщук, С. М. Каленська, Л. М. Єрмакова. Вінниця : Рогальська І. О., 2013. 723 с.
2. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2022. 369 с.
3. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіта», 10-12 квітня 2019 року. ДУ НМЦ «Агроосвіта», Київ – Миколаїв –Херсон. 2019. С. 3–9.
4. 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: тези доп. V міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 7-8 лютого 2019 р. Дніпро, 2019. С. 202–206.
5. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
6. Лихочвар В. В. Біологічне рослинництво. Львів : НВФ «Українські технології», 2004. 312 с.
7. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посібник / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
8. Методика польового досліду (зрошуване землеробство): Навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхин. Херсон, 2014. 448 с.
9. Невмержицька О. М., Карась І. Ф., Плотницька Н. М., Гурманчук О. В. Вплив мокрої бактеріальної гнилі на продуктивність різних за стійкістю сортів картоплі. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2021. Вип. 122. С. 91−98. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.13.
10. Поліщук В. О., Журавель С. В., Кравчук М. М., Залевський Р. А. Ефективність рідких комплексних добрив за різних систем удобрення картоплі в умовах Полісся України. Наукові горизонти. 2020. No 08(93). С. 141–148. Doi:10.33249/ 2663-2144-2020-93-8-141-148.
11. Поліщук В. О., Журавель С. В. Динаміка урожайності ланки сівозміни за умов використання органо-мінеральних добрив в зоні Полісся. Таврійський науковий вісник. 2022. Вип. 127. С. 117–122. Doi:https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.15.

REFERENCES:

1. Palamarchuk, V.D., Polishchuk, I.S., Kalenska, S.M., Yermakova, L.M. (2013). Biolohiia ta ekolohiia silskohospodarskykh roslyn : pidruchnyk [Biology and ecology of agricultural plants : a textbook]. Vinnytsia : Rohalska I. O., 723 p. [in Ukrainian].
2. Bondarenko, H.L., Yakovenko, K.I. (2022). Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Methods of research in vegetable growing and melon growing]. Kharkiv: Osnova. 369 p. [in Ukrainian].
3. Vozhehova P.A. (2019). Napryamy adaptatsiyi haluzi roslynnytstva do rehional'nykh zmin klimatu. [Directions of adaptation of the crop industry to regional climate change]. Zbirnyk tez II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Klimatychni zminy ta sil's'ke hospodarstvo. Vyklyky dlya ahrarnoyi nauky ta osvity», 10-12 kvitnya 2019 roku. DU NMTS «Ahrooevita», Kyiv – Mykolaiv –Kherson. 3-9. [in Ukrainian].
4. Domaratskyy, Ye.O., Domaratskyy, O.O. & Kozlova, O.P. (2019). Stymulyatory rostu ta kombinovani preparaty biolohichnoho pokhodzhennya yak nevidyemnyy element ekolohizatsiyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya tekhnichnykh kultur [Growth stimulants and combined preparations of biological originas an integral part of the greening of technology for growing industrial crops]. Suchasnyy rukh nauky: tezy dop. V mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet konferentsiyi [The modern movement of science: theses add. V International Scientific and Practical Internet Conference] (pp. 202-206). Dnipro: Vydvo Ets «Dnipryana» [in Ukrainian].
5. Lykhochvor, V. V., Petrychenko, V. F. (2006). Roslynnytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohii vyrosh-chuvannia osnovnykh polovykh kultur. [Plant growing. New technologies for growing field crops], Ukrainski tekhnolohii, Lviv, Ukraine. [in Ukrainian].
6. Lykhochvor, V.V. (2004). Biolohichne roslynnytstvo [Biologicalcropproduction]. Lviv: Ukrayinski tekhnolohiyi [in Ukrainian].
7. Didora V. H. Smahlii O. F., Ermantraut E. R. ta in. (2013). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii Kyiv : «Tsentr uchbovoi literatury». 264 s. [in Ukrainian].
8. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhyn, S. V. (2014). Metodyka polovoho doslidu (zroshuvane zemlerobstvo) [Methods of field research (irrigated agriculture)]. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian].
9. Nevmerzhytska, O.M., Karas, I. F., Plotnytska, N. M., Hurmanchuk, O. V. (2021). Vplyv mokroi bakterialnoi hnyli na produktyvnist riznykh za stiikistiu sortiv kartopli. [The influenceof wet bacterial rot on the productivity of different potato varieties]. Taurian Scientific Bulletin, 122, 91−98. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.13. [in Ukrainian].
10. Polishchuk, V.O., Zhuravel, S.V., Kravchuk, M.M., Zalevskyi, R.A. (2020). Efektyvnist ridkykh kompleksnykh dobryv za riznykh system udobrennia kartopli v umovakh Polissia Ukrainy [Effectiveness of liquid complex fertilizers under different potato fertilization systems in the conditions of Polissia of Ukraine]. Naukovi horyzonty [Scientific horizons]. No 08(93). pp. 141–148. Doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-141-148. [in Ukrainian].
11. Polishchuk, V.O., Zhuravel, S.V. (2022). Dynamika urozhainosti lanky sivozminy za umov vykorystannia orhano-mineralnykh dobryv v zoni Polissia [Dynamics of productivity of the crop rotation link under the conditions of using organic-mineral fertilizers in the Polissya zone]. Tavriiskyi naukovyi visnyk [Taurian Scientific Herald]. Vyp. 127. pp. 117–122. Doi: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.15. [in Ukrainian].

Поліщук В.О., Журавель С.В., Клименко Т.В., Кравчук М.М. Особливості формування якісних і кількісних показників картоплі в залежності від різних систем удобрення

Мета. Дослідження передбачали вивчення впливу різних систем удобрення з позакореневим внесенням рідких органо-мінеральних добрив на формування кількісних та якісних показників картоплі, зокрема урожаю, вмісту аскобінової кислота та лінійної залежності між ними. **Методи.** Дослідження виконувалися в Поліському національному університеті на базі науково дослідного поля з 2019 по 2021 рр. Дослід закладався на грунтах ясно-сірих лісових, які характеризуються легким гранулометричним складом. Схема досліду складалася з 4 варіантів удобрення: біологічного контролю, органічної (гній 50 т/га), органо-мінеральної (50:50) і мінеральної ($N_{50}P_{40}K_{70}$) систем удобрення. Також вносилися позакоренево рідкі органо-мінеральні добрива Мочевин К № 1, Мочевин К № 2, Органік Д2М та Гумат калію. Дослід закладений за загальноприйнятими методиками. Внесення рідких органо-мінеральних добрив проводили двічі у фазу інтенсивного росту згідно рекомендацій. **Результати.** Згідно результатів наших досліджень внесення різних видів добрив позитивно впливає на ріст і розвиток рослин картоплі, особливо інтенсивний її розвиток відбувається за рахунок поєднання внесення органічних та мінеральних добрив. Тому найвищу урожайність картоплі за роки дослідження отримано за органо-мінеральної системи удобрення (50:50), де вона становила 30,21 т/га. Незначне зниження урожаю картоплі спостерігалося за варіанту удобрення з мінеральною складовою ($N_{50}P_{40}K_{70}$), де урожайність дорівнювала 29,28 т/га. Внесення органічних добрив у вигляді гною 50 т/га сприяло отриманню врожаю – 27,93 т/га. Найнижчою урожайність картоплі була за біологічного контролю та становила 23,22 т/га.

Позитивно на формування врожаю вплинуло внесення позакоренево рідких органо-мінеральних добрив, так найвищі показники урожайності картоплі отримано за органо-мінеральної системи удобрення при внесенні Мочевин К № 1 – 37,05 та Органік Д2М – 36,57 т/га.

Вміст аскорбінової кислоти був найвищим за органо-мінеральної системи удобрення – 20,7 мг. При позакореневому внесенні рідких добрив Органік Д2М та Гумат калію за даної системи удобрення отримано найвищі показники його вмісту 21,8 та 21,7 мг відповідно.

Висновки. На формування врожаю картоплі та вмісту в ній аскорбінової кислоти позитивно вплинуло внесення різних видів добрив, особливо поєднання добрив, як з органічною складовою так і з мінеральною. Це сприяло в подальшому формуванню врожаю на рівні 30,21 т/га. Зростання вмісту аскорбінової кислоти було за органо-мінеральної системи удобрення, де на контролі він становив 20,7 мг.

Ключові слова: урожайність, система удобрення, рідкі органо-мінеральні добрива, аскорбінова кислота.

Polishchuk V.O., Zhuravel S.V., Klymenko T.V., Kravchuk M.M. Features of the formation of qualitative and quantitative indicators of potatoes depending on different fertilization systems

Purpose. The research included the study of the influence of different fertilization systems with foliar application of liquid organo-mineral fertilizers on the formation of quantitative and qualitative indicators of potatoes, in particular the yield, the content of ascorbic acid and the linear dependence between them. **Methods.** The research was carried out at the Polis National University on the basis of the scientific research field from 2019 to 2021. The experiment was carried out on light-gray forest soils, which are characterized by a light granulometric composition. The scheme of the experiment consisted of 4 variants of fertilization: biological control, organic (manure 50 t/ha), organo-mineral (50:50) and mineral ($N_{50}P_{40}K_{70}$) fertilization systems. Also, foliar liquid organo-mineral fertilizers Mochevyn K No1, Mochevyn K No2, Organic D2M and Humate potassium were used. The experiment is based on generally accepted methods. Application of liquid organo-mineral fertilizers was carried out twice in the phase of intensive growth according to recommendations. **Results.** According to the results of our research, the application of various types of fertilizers has a positive effect on the growth and development of potato plants, especially intensive development occurs due to the combination of organic and mineral fertilizers. Therefore, the highest yield of potatoes over the years of the study was obtained under the organic-mineral fertilization system (50:50), where it amounted to 30.21 t/ha. A slight decrease in the yield of potatoes was observed for the option of fertilizer with a mineral component ($N_{50}P_{40}K_{70}$), where the yield was equal to 29.28 t/ha. Application of organic fertilizers in the form of manure of 50 t/ha contributed to the yield of 27.93 t/ha. The lowest yield of potatoes was under biological control and was 23.22 t/ha.

The formation of the crop was positively influenced by the application of foliar liquid organo-mineral fertilizers, so the highest indicators of potato productivity were obtained under the organo-mineral fertilization system when applying Mochevyn K No1 – 37.05 and Organic D2M – 36.57 t/ha.

The content of ascorbic acid was the highest for the organo-mineral fertilizer system – 20.7 mg. With the foliar application of liquid fertilizers Organic D2M and Humate potassium, the highest indicators of its content of 21.8 and 21.7 mg, respectively, were obtained under this fertilization system.

Conclusions. The formation of the potato crop and the content of ascorbic acid in it was positively influenced by the application of various types of fertilizers, especially the combination of fertilizers, both with an organic component and with a mineral component. This contributed to the further formation of the crop at the level of 30.21 t/ha. The increase in the content of ascorbic acid was under the organo-mineral fertilizer system, where it was 20.7 mg in the control.

Key words: productivity, fertilization system, liquid organo-mineral fertilizers, ascorbic acid.

УДК 631.811.98:635.64(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.20

ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ ПОМІДОРА ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ

СЄВІДОВ В.П. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-3826-5149
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Помідори займають провідне місце серед овочевих культур, як в Україні так і у світі. Вирощування овочів в умовах захищеного ґрунту є ключовим для забезпечення населення свіжою продукцією. Виробництво помідорів становить значну частку від загального обсягу овочевої продукції, що вимагає апробації нових технологій для підвищення врожайності [1]. Для сучасного виробництва овочів у захищеному ґрунті характерні недостатня сівозміна та надмірний рівень застосування мінеральних добрив, які негативно впливають на родючість у ґрунтових теплицях [2]. Використання стимуляторів росту дозволяє отримувати здорові рослини з розвиненою кореневою системою, які ефективніше протидіяти стресовим впливам навколишнього середовища. Дані наукових досліджень підтверджують, що впровадження сучасних методів веде до зниження хімічного навантаження на рослини та сприяє збереженню природних ресурсів, що є важливим для сталого розвитку аграрного сектора та виробництва помідорів [3]. Біостимулятори є важливими інструментами в сучасному сільському господарстві, оскільки вони активують специфічні функції та процеси в рослинах, сприяючи їх росту та розвитку. Для ефективного застосування регуляторів росту необхідно глибоко розуміти їх властивості та вплив на рослини. Саме застосування біостимуляторів здатне забезпечити високий рівень врожайності при мінімальних витратах на зовнішні ресурси, що є особливо актуальним в умовах сучасних викликів глобалізації та змін клімату [4, 5].

Зважаючи на важливість овочів, особливо помідорів, для здоров'я людини, інтеграція біостимуляторів у технології вирощування помідорів може стати ефективним засобом для підвищення врожайності. Для досягнення оптимальних результатів важливо враховувати специфічні особливості кожного препарату та умови вирощування. Актуальним завданням є дослідження впливу біостимуляторів на врожайність помідора у конкретних агрокліматичних умовах, що дозволить не лише оптимізувати витрати ресурсів, але й забезпечити сталість продуктивності на довгостроковій основі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Помідори є ключовим продуктом у сучасному овочівництві, їх виробництво та споживання мають значний вплив на економіку та здоров'я населення. Актуальність вирощування помідорів у контексті зміни клімату полягає у необхідності адаптації сучасних технологій для забезпечення стабільного вирощування, навіть за несприятливих погодних умов [6, 7]. Помідори є багатим джерелом мінералів, вітамінів, незамінних амінокислот, цукрів та харчових волокон, що робить їх важливим компонентом раціону. Їх споживають свіжими, а також у вигляді консервованих та сушених продуктів, які мають значну економічну цінність. Хімічний склад плодів помідорів залежить від гібриду та умов вирощування. Вміст сухої розчинної речовини у плодах різних гібридів коливається в межах 5,5-5,9%, а вміст цукрів та аскорбінової кислоти варіюється залежно від умов вирощування. Це підкреслює важливість вибору відповідних сортів та оптимальних агротехнічних прийомів для забезпечення високої якості продукції [8, 9].

В Україні, враховуючи кліматичні особливості, помідори вирощують як у відкритому, так і в закритому ґрунті. Для отримання ранньої продукції навесні оптимальним є використання теплиць. Розсадний метод дозволяє забезпечити оптимальний ріст і розвиток рослин та отримати максимально ранній врожай [10]. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур є ключовим аспектом удосконалення агротехнологій та забезпечення продовольчої безпеки. Оптимізація мінерального живлення є ефективним засобом підвищення врожайності та якості продукції різних сільськогосподарських культур [11].

Дослідження дозволяють відзначити, що застосування бактеріальних препаратів значно підвищує врожайність овочевих культур, призводить до збільшення об'єму кореневої маси, активізації симбіотичних процесів та підвищення стійкості рослин до стресових факторів. Впровадження бактеріальних препаратів у технології вирощування сільськогосподарських культур є ефективним засобом підвищення їх продуктивності, покращення якості врожаю [12-14].

При розробці біостимуляторів активно застосовують ретельно відібрані штами ризосферних бактерій, що забезпечують комплексну дію для рослин. Ці мікроорганізми безпосередньо або через зміну мікробіологічного балансу стимулюють ріст і розвиток рослин. Вони сприяють оптимізації процесів живлення, забезпечуючи доставку необхідних поживних речовин, гормонів і ферментів у клітини рослин, а оптимізація живлення рослин із застосуванням цих препаратів позитивно впливає на їх стійкість до змін кліматичних умов [15, 16].

Мета дослідження полягала у визначенні впливу різних режимів попередньої обробки насіння шляхом замочування в дистильованій воді та застосування біостимуляторів АБТ та Епін-екстра на динаміку росту, розвиток рослин протягом повного вегетаційного циклу та на кінцеву врожайність гібридів помідора F1.

Матеріали та методика досліджень. Польові експерименти проводилися у плівкових теплицях. Теплиці розташовано у Державному біотехнологічному університеті

в південно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Дослідження виконувалися у 2018-2021 роках. Ґрунт теплиць представлено чорноземом типовим для глинистих карбонатних лісів.

Польовий дослід проводили за стандартними методиками. У третій декаді лютого насіння досліджуваних гібридів висівали в касети. Після проростання розсаду переносили в теплицю, де їх пікірували в стаканчики об'ємом 500 см³. Рослини щоденно поливали та проводили розпушування ґрунту. У період з третьої декади квітня до першої декади травня розсаду з 3-5 справжніми листками та висотою 30-35 см висаджували на постійне місце в плівкову теплицю без обігріву. Вологість ґрунту підтримували на рівні 80,0-82,4% НВ за допомогою краплинного зрошення, при цьому витрата води на один полив становила 4,5-6,5 л/м².

У проведеному дослідженні вивчали вплив біостимуляторів на ріст та розвиток індетермінантних гібридів помідорів F1 Матіас та Махітос, рекомендованих для вирощування в Україні. Насіння обробляли водою та біостимуляторами росту АБТ і ЕПІН. Варіанти дослідів розміщували методом повної рандомізації з чотирикратною повторністю, що забезпечує усунення систематичних похибок та підвищує достовірність результатів. Протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження та біометричні вимірювання, зокрема оцінювали динаміку росту, розвиток листкового апарату та формування генеративних органів. Урожай плодів обліковували окремо за кожним варіантом та повторністю, що дозволяло детально аналізувати вплив різних факторів на продуктивність. Для статистичної обробки даних розраховували коефіцієнт кореляції, визначаючи силу та напрямок зв'язку між досліджуваними показниками. Перевірку гіпотез щодо наявності та характеру взаємозв'язків здійснювали за допомогою дисперсійного аналізу методом ANOVA, що дозволяло оцінити значущість впливу факторів на результати дослідження.

Біостимулятор АБТ є багатокомпонентним мікробним засобом, розробленим для поліпшення азотного живлення рослин у сільському господарстві. Основу препарату складають асоціативні азотфіксувальні мікроорганізми роду Azotobacter, які здатні фіксувати атмосферний азот, перетворюючи його на доступні для рослин форми, що сприяє підвищенню родючості ґрунту та врожайності культур [17, 18].

Епін-екстра є регулятором росту та адаптогеном з широким спектром дії, що характеризується вираженим антистресовим ефектом. Цей синтетичний аналог природних речовин містить 0,025 г/л епібрассиноліду і використовується для стимуляції енергії проростання та схожості насіння, підвищення стійкості рослин до хвороб, забезпечення раннього та рівномірного дозрівання врожаю, а також для посилення захисних механізмів рослин проти несприятливих умов навколишнього середовища [19].

Результати досліджень. Результати дослідження показали, якою мірою обробка насіння помідорів біостимуляторами за різної експозиції впливає на строки проходження фаз розвитку рослин помідорів. Обробка насіння помідорів біостимуляторами різної тривалості впливу прискорює проходження фаз розвитку рослин порівняно з контрольним варіантом без обробки.

Дослідження показали, що обробка насіння помідорів біопрепаратом ЕПІН значно впливає на швидкість проходження фаз розвитку рослин. Порівняно з контрольним варіантом без обробки, застосування біопрепарату ЕПІН прискорювало розвиток рослин. Зокрема, при обробці насіння біопрепаратом АБТ перші сходи з'являлися на 4-6 день експерименту, тоді як використання біопрепарату ЕПІН призводило до появи сходів вже на 4-й день. Основні фази росту та розвитку рослин, оброблених біопрепаратом ЕПІН, наставали в середньому на один день раніше, ніж в інших варіантах дослідження. Протягом періоду спостережень різниця в тривалості основних фенологічних фаз становила від 2 до 6 днів (в середньому 8-11%) при обробці АБТ і від 6 до 10 днів (11-15% залежно від експозиції) при застосуванні для інокуляції насіння біопрепарату ЕПІН. Загалом, інокуляція насіння за 6-годинною експозицією біопрепаратом ЕПІН призводила до того, що основні фази росту і розвитку рослин наставали в середньому щонайменше на один день раніше, ніж у інших варіантах польового досліду. Вплив сортименту гібрида був незначним: ранній гібрид Махітос проходив основні фази дещо раніше, але ця різниця була мінімальною. Обробка насіння біопрепаратами також прискорювала настання фази масового плодоношення у всіх досліджуваних гібридів.

Біометричні показники свідчать, що стимулятори росту суттєво впливали на ріст і розвиток рослин досліджуваних гібридів помідорів (табл. 1).

Інокуляція насіння водою, препаратами АБТ та біопрепаратом ЕПІН сприяла прискоренню розвитку рослин. Середній показник висоти стебла в контрольному варіанті становив 115 см, тоді як у рослин, оброблених біопрепаратом ЕПІН, цей показник досягав 127 см, що на 10,4% більше, ніж у контролі. Діаметр стебла в середньому становив 0,7-0,8 см. Середня маса рослин під час масового цвітіння варіювалася від 1037 г у контролі до 1214 г у рослин, оброблених біопрепаратом ЕПІН. Інокуляція насіння водою, препаратами АБТ та ЕПІН призводила до збільшення маси рослин на 3%, 10% та 17% відповідно, порівняно з контролем. Рослини всіх варіантів досліду мали більшу площу листкової поверхні порівняно з контролем: +6% при обробці біопрепаратом АБТ та +14% при застосуванні біопрепарату ЕПІН. Таким чином, у період масового цвітіння різниця в біологічних параметрах рослин помідорів становила +10-17% на користь рослин, оброблених біопрепаратом ЕПІН, які показали найвищі значення за всіма показниками та перевершили контроль. Найбільш виражений позитивний вплив спостерігається при застосуванні біостимулятора ЕПІН, особливо за тривалішої експозиції, що забезпечує максимальне збільшення всіх морфометричних показників. Біопрепарат АБТ також сприяє покращенню росту, хоча меншою мірою, ніж ЕПІН. Обробка дистильованою водою має найменший вплив, іноді лише незначно перевищуючи показники контролю або залишаючись на подібному рівні. Загалом, обробка біопрепаратом ЕПІН виділяється як

Таблиця 1

Біометричні показники рослин помідора у фазу масового цвітіння, за різних препаратів та експозиції обробки (середнє за 2018-2021 рр.)

Фактор А (обробка)	Фактор Б (експозиція, годин)	Площа листкової поверхні, см²/росл.	Маса рослини, г	Довжина центрального стебла, см	Кількість листків, шт.
Без обробки (контроль)	-	2402	1037	115	16
H_2O дистильована	4	2370	1012	112	17
	6	2511	1089	121	16
	12	2513	1101	119	16
АБТ	4	2450	1077	119	17
	6	2573	1157	123	17
	12	2672	1182	124	17
ЕПІН	4	2552	1169	120	17
	6	2803	1251	132	17
	12	2822	1223	128	17
в середньому		2566,5	1129,4	121,0	16,5

Таблиця 2

Біометричні показники рослин помідора у фазу масового плодоношення, за різних препаратів та експозиції обробки (середнє за 2018-2021 рр.)

Фактор А (обробка)	Фактор Б (експозиція, годин)	Площа листкової поверхні, см²/росл.	Маса рослини, г	Довжина центрального стебла, см	Кількість листків, шт.
Без обробки (контроль)	-	9048	1990	273	26
H_2O дистильована	4	8534	1969	269	25
	6	9563	2090	280	28
	12	9573	2117	283	27
АБТ	4	9370	2038	278	23
	6	8467	2217	290	28
	12	9952	2183	292	28
ЕПІН	4	9750	2182	281	27
	6	10322	2309	299	29
	12	10415	2310	308	29
в середньому		9499,3	2140,3	285,1	27,0

найефективніший метод стимуляції росту у фазу масового цвітіння.

Дослідження показують, що обробка насіння помідорів біостимуляторами суттєво впливає на розвиток рослин у фазі масового плодоношення (табл. 2).

Результати дослідження показали, що обробка насіння помідорів біостимулятором ЕПІН сприяла збільшенню довжини стебла рослин. У середньому за період досліджень максимальна довжина стебла спостерігалася у рослин, оброблених біостимулятором ЕПІН, і становила 296 см, що на 7% більше, ніж у контрольній групі (276 см). Інші гібриди менше відрізнялися від контролю за цим показником. Діаметр стебла в середньому становив 1,0-1,3 см. Щодо площі асиміляційної поверхні, середня площа листкової поверхні в контрольній групі становила 9048 см² на рослину. Найбільше перевищення над контролем зафіксовано у рослин, оброблених біостимулятором ЕПІН, з площею листкової поверхні в середньому 10162 см², що на 12% більше, ніж у контролі. Інші гібриди мали перевищення над контролем на рівні похибки експерименту. Кількість листків на рослині коливалася від 23 до 28. Маса рослин при застосуванні біостимуляторів варіювала від 1990 г на контрольному варіанті без обробки до 2310 г, у досліді з обробкою біостимулятором ЕПІН, що на 16% більше, контролю. Під час масового плодоношення спостерігалися суттєві відмінності за основними біометричними показниками рослин помідорів залежно від препарату, використаного для інокуляції насіння. Перевищення за всіма показниками рослин становило 7-16% над контролем у дослідних варіантах з обробкою біостимулятором ЕПІН.

Результати дослідження 2018–2021 років показали, що обробка насіння помідорів біостимулятором ЕПІН значно впливає на врожайність. Найвища врожайність спостерігалася у варіантах, де насіння інокулювали біостимулятором ЕПІН (рис. 1).

Зокрема, максимальний показник врожайності – 18,1 кг/м² було досягнуто у 2020 році при 12-годинній експозиції насіння з біостимулятором ЕПІН (табл. 3).

У контрольному варіанті без обробки насіння врожайність становила 14,1 кг/м². Обробка гібридів

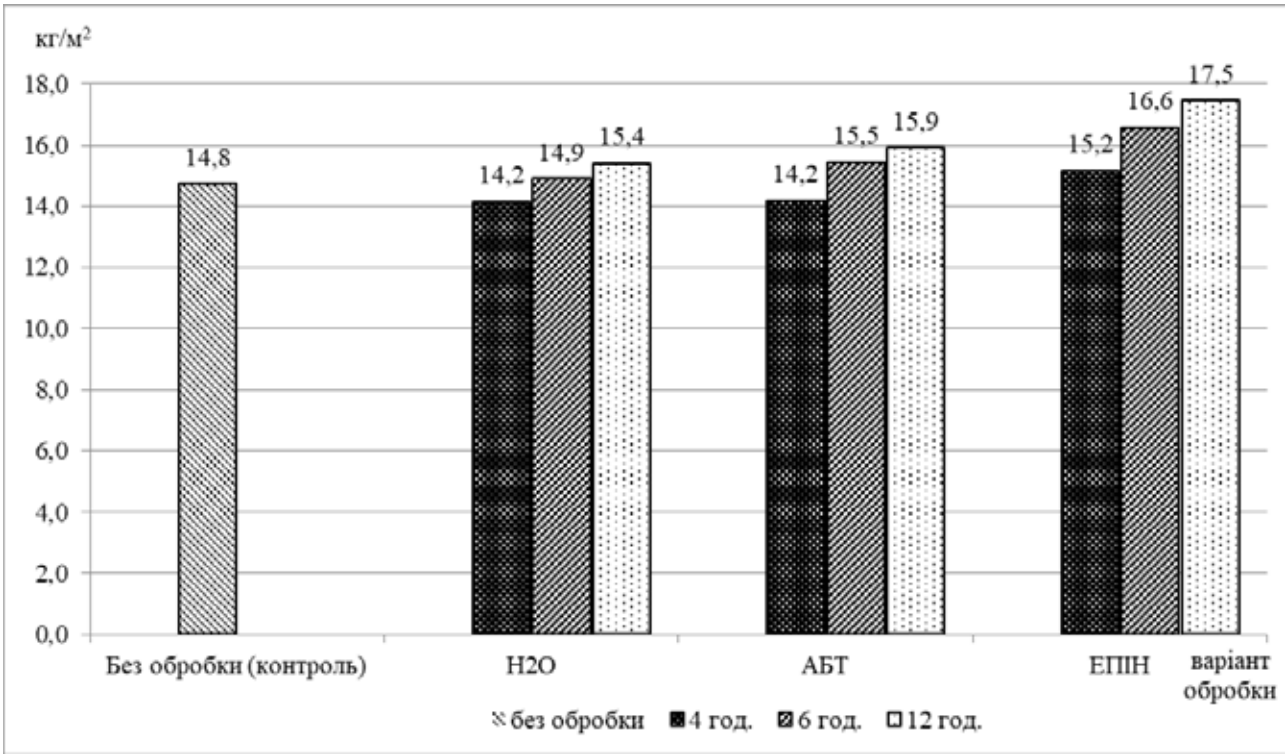


Рис. 1. Урожайність рослин помідора, за різних препаратів та експозиції обробки (середнє за 2018-2021 рр.)

Таблиця 3

Загальна врожайність помідора, за різних препаратів та експозиції обробки (2018-2021 рр.)

Фактор А (обробка)	Фактор Б (експозиція, годин)	Урожайність, кг/м²					±% до контроля
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	в середньому	
Без обробки (контроль)	-	13,5	13,4	14,3	15,0	14,1	-
H_2O дистильована	4	13,8	13,8	14,7	14,4	14,2	0,7
	6	14,5	14,1	15,8	15,3	14,9	6,0
	12	14,8	15,5	15,8	15,7	15,4	9,6
АБТ	4	13,5	13,3	15,0	15,0	14,2	1,0
	6	14,9	15,0	16,2	15,8	15,5	10,0
	12	14,9	15,9	16,8	16,3	15,9	13,3
ЕПІН	4	14,8	14,8	15,7	15,5	15,2	7,9
	6	16,2	15,8	17,2	17,2	16,6	18,1
	12	17,0	16,9	18,1	17,9	17,5	24,3

помідора різними стимуляторами росту виявляє значне покращення урожайності порівняно з контролем. За результатами спостережень, найбільш ефективним є застосування біопрепарату ЕПІН, який при всіх варіантах експозиції забезпечує найвищі показники. За 4 години експозиції з ЕПІН урожайність збільшилася на 7,9% порівняно з контролем, за 6 годин – на 18,1%, а за 12 годин – на 24,3%. Застосування біопрепарату АБТ також сприяє значному підвищенню врожайності, зокрема за 6 годин експозиції, де збільшення склало 10,0%. Дистильована вода мала менш виражений ефект, але все ж показала приріст урожайності, який за 12 годин експозиції становив 9,6%. Загалом, обробка біопрепаратом ЕПІН продемонструвала найвищі темпи росту продуктивності, особливо у 2020 і 2021 роках, що вказує на його значний потенціал для збільшення врожайності гібрида F1. Ці результати свідчать про значний позитивний вплив біостимулятора ЕПІН на врожайність помідорів, особливо при тривалішій обробці насіння.

Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) підтверджують, що відмінності у середніх значеннях врожайності не є випадковими для обох факторів польового досліду (табл. 4).

При інокуляції насіння гібридів помідорів біостимулятором ЕПІН, різниця для фактора А становила 1,6, а мінімально значуща різниця (НІР) при рівні значущості 0,95 дорівнювала 0,7. Це свідчить про достовірне підвищення врожайності. Для фактора В достовірне підвищення врожайності спостерігалося при експозиції інокуляції 6 та 12 годин, з різницями 1,0 та 1,7 відповідно, при НІР 0,7. Відносна похибка для всього експерименту

Таблиця 4

Результати дисперсійного аналізу даних, за різних препаратів та експозиції обробки

Фактор досліду		Загальна урожайність, кг/м²	Різниця за фактором	
			Фактор А	Фактор
Фактор А (обробка)	Без обробки (контроль)	14,8	-	x
	H_2O	14,8	0,0	x
	АБТ	15,2	0,4	x
	ЕПІН	16,4	1,6	x
Фактор Б (експозиція, годин)	4	14,4	x	-
	6	15,4	x	1,0
	12	16,1	x	1,7
$НІР_{0,95}$ за факторами		АБ = 1,4	0,8	0,7

становила 5,4%, що вказує на високу точність дослідження (94,6%).

Висновки. Дослідження показали, що використання препарату ЕПІН для інокуляції насіння індетермінантних гібридів помідора є надзвичайно ефективним методом стимулювання росту та розвитку рослин. Цей біостимулятор є регулятором росту та адаптогеном, що діє на широкий спектр біологічних процесів в рослинах. Інокуляція насіння перед посівом забезпечує значний позитивний ефект на розвиток рослин, особливо в період їх вегетації. За результатами досліджень, проведених на різних варіантах обробки насіння відзначено, що за використання біопрепарату ЕПІН, період основних фенологічних фаз росту та розвитку помідорів скорочується на 6-10 діб. Це свідчить про значне прискорення всіх етапів росту, починаючи від проростання насіння до масового плодоношення. У рослин, які були оброблені біопрепаратом ЕПІН, спостерігалося перевищення основних біометричних показників на 7-12% порівняно з контролем. Таким чином, застосування цього препарату дозволяє не лише покращити ріст і розвиток рослин, а й підвищити їх стійкість до стресових умов, що є важливим для забезпечення стабільних урожаїв.

Інокуляція насіння помідорів біопрепаратом ЕПІН продемонструвала значне покращення врожайності в різних експозиціях. За експозиції в 4 години спостерігалося підвищення врожайності на 7,9%, що становило 15,5 кг/м². За експозиції в 6 годин збільшення врожайності на 18,1%, що дорівнювало 16,6 кг/м². При експозиції в 12 годин, врожайність збільшилася на 24,3% порівняно з контролем, що складало 17,5 кг/м². Ці дані свідчать про те, що обробка насіння біопрепаратом ЕПІН значно прискорює розвиток рослин, що, в свою чергу, позитивно впливає на урожайність.

Різниця у рівні врожайності помідора статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за фактором А – 1,6 кг/м² (інокуляція препаратом Епін-екстра), що свідчить про високу ефективність цього методу, та за фактором Б – 1,0 кг/м² та 1,7 кг/м² (відповідно експозиція в 6 і 12 годин), що також підтверджує ефективність подовження часу експозиції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сєвідова І.О. Вплив якості овочевої продукції на конкурентоспроможність овочівництва. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. : Економіка АПК*. 2013. № 20(1). С. 302–306.
2. Дубовий В.І., Ткалич В.В., Романчук Л.Д. Агрохімічні особливості ґрунту в регульованих агроекосистемах. *Вісник ЖНАЕУ*. 2012. № 1, т. 1. С. 164–168.
3. Дзендзель А.Ю., Марцінишин Ю.Д., Пида С.В. Ефективність використання органо-мінеральних добрив при вирощуванні помідора їстівного (Lycopersicon esculentum Mill.). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2020. Вип. 3-4 (80). С. 115–126. DOI : https://doi.org/10.25128/2078-2357.20.3-4.15
4. Соломійчук М., Піковський М. Вплив біостимуляторів та біостимулюючих комплексів на ріст і розвиток сої в Західному Лісостепу України. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Фітосанітарна безпека»*. 2021. № 67. С. 251–269. DOI : https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.251-269
5. Яровий Г.Я., Сєвідов І.В., Сєвідов В.П. Вплив кореневих підживлень на урожайність гібриду помідора у весняних плівкових теплицях. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія : Сільськогосподарські науки*. 2020. Том 22 № 93. С. 55–59. DOI : https://doi.org/10.32718/nvlvet-a9310
6. Бакланова Т.В., Фартушний Д.М. Аналіз виробництва томатів в Україні. *Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України, з нагоди Дня науки в Україні* : зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, м. Одеса, 17 трав. 2024 р. Одеса: Олді+, С. 22–24.
7. Палапа Н.В., Дем'янюк О.С., Нагорнюк О.М. Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 34–45. DOI : https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263314
8. Сєвідова І.О. Тенденції розвитку промислового овочівництва у аграрних підприємствах. Ефективна економіка. 2018. № 1. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057. (дата звернення: 02.12.2024).
9. Уланич О.І., Ковтунюк З.І., Воробйова Н.В., Яценко В.В. Виробничо-біологічна оцінка та ефективність вирощування гібридів помідора. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2021. № 1. С. 34–39. DOI: https://doi.org/10.31395/2310-0478-2021-1-34-39

10. Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В. Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*. 2021. № 2. С. 208–216. DOI : https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216
11. Валецька О.В., Налобіна О.О., Колесник Т.М., Голотюк М.В., Пилипака Т.С., Шимко А.В. Вплив органічних та мінеральних добрив на родючість ґрунту та врожайність сільськогосподарських культур. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія Сільськогосподарські науки*. 2024. № 3. 59–70. DOI : https://doi.org/10.31713/vs320245
12. Сергієнко В.Г., Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Шита О.В. Біоконтроль хвороб овочевих культур за використання препаратів на основі Bacillus subtilis. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. Том 3. № 3. С. 61–72. DOI : https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.06
13. Дубовий В.І., Адамович І.В., Дубовий О.В. Еколого-економічні особливості субстратів для вирощування рослин в умовах закритого ґрунту. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 208–216. DOI : https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216
14. Kolomiiets Y, Butsenko L, Yemets A, Blume Y. The Use of PGPB-based Bioformulations to Control Bacterial Diseases of Vegetable Crops in Ukraine. *Open Agriculture Journal*. 2024. Vol. 18. DOI : https://doi.org/10.2174/0118743315283724231220104524
15. Рильський О.Ф., Туровнік Ю.А., Петруша Ю.Ю., Рильська Я.С. Вплив *Bacillus Subtilis* на формування ризосферної мікробіоти соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2023. № 34. С. 33–44. DOI : https://doi.org/10.36710/IOC-2023-34-04
16. Shekhada M.R., Priya J.P., Panara K.N., Ladumor S.A. Evaluation of different fungicides, biocontrol agents and botanicals for the management of tomato early blight under field conditions. *The Pharma Innovation Journal*. 2021. № 10(12). С. 1438–1441.
17. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія / за ред. д-ра с.-г. наук, проф., акад. НААН Я.М. Гадзала, д-ра с.-г. наук, проф., чл.-кор. НААН В.Ф. Камінського. Київ : Аграрна наука, 2016. 592 с.
18. Куц О.В., Парамонова Т.В., Мозговський О.Ф., Михайлин В.І., Семененко І.І. Спосіб вирощування помідора з використанням сидеральних добрив та мікробних препаратів. *Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок. Аграрна наука – виробництву*. 2023. № 1 (103). С. 19.
19. Романюк В.І. Формування високопродуктивних посівів ячменю ярого залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу Правобережного. Вісник *аграрної науки*. 2018. № 9 (786). С. 79–84.

REFERENCES:

1. Sievidova, I.O. (2013). Vplyv yakosti ovochevoi produktsii na konkurentospromozhnist ovochivnytstva [The influence of the quality of vegetable products on the competitiveness of vegetable growing] *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser.: Ekonomika APK – Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Ser.: Economics of the Agricultural Industry, 20*(1), 302–306. [in Ukrainian].
2. Dubovyi, V.I., Tkalych, V.V., Romanchuk, L.D. (2012). Ahrokhimichni osoblyvosti gruntu v rehulovanykh ahroekosystemakh [Agrochemical features of soil in regulated agroecosystems]. *Visnyk ZhNAEU – Bulletin of ZhNAEU. 1*(1), 164–168. [in Ukrainian].
3. Dzendzel, A.Iu., Martsinyshyn, Yu.D., Pyda, S.V. (2020). Efektyvnist vykorystannia orhano-mineralnykh dobryv pry vyroshchuvanni pomidora yistivnoho (Lycopersicon esculentum Mill.) [The effectiveness of using organo-mineral fertilizers in growing edible tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)] *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia – Scientific notes of the Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University. Ser. Biology, 3-4*(80), 115–126. https://doi.org/10.25128/2078-2357.20.3-4.15 [in Ukrainian].
4. Solomiichuk, M., Pikovskyi, M. (2021). Vplyv biostymuliatoriv ta biostymuliuiuchykh kompleksiv na rist i rozvytok soi v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [The influence of biostimulants and biostimulant complexes on the growth and development of soybeans in the Western Forest-Steppe of Ukraine] *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Fitosanitarna bezpeka» – Interdepartmental thematic scientific collection «Phytosanitary Safety», 67,* 251–269. https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.251-269 [in Ukrainian].
5. Yarovyi, H.Ia., Sievidov, I.V., Sievidov, V.P. (2020). Vplyv korenevykh pidzhyvlen na urozhainist hibrydu pomidora u vesnianykh plivkovykh teplytsiakh [The influence of root dressings on the yield of a tomato hybrid in spring film greenhouses] *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriia : Silskohospodarski nauky – Scientific Bulletin of the S.Z. Gzhytskyi Lviv National University of Agricultural Sciences. Series: Agricultural Sciences, 22*(93), 55–59. https://doi.org/10.32718/nvl-vet-a9310 [in Ukrainian].
6. Baklanova, T.V., Fartushnyi, D.M. (2024). Analiz vyrobnytstva tomativ v Ukraini [Analysis of tomato production in Ukraine] *Naukovi osnovy realizatsii pryntsypiv klimatychno oriientovanoho silskoho hospodarstva v ahrosferi Ukrainy, z nahody Dnia nauky v Ukraini : zb. materialiv mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh, m. Odesa, 17 trav. 2024 r – Scientific foundations of the implementation of the principles of climate-oriented agriculture in the agrosphere of Ukraine, on the occasion of the Day of Science in Ukraine: collection. materials of the international scientific-practical conference of young scientists*. Odesa, 22–24. [in Ukrainian].
7. Palapa, N.V., Demianiuk, O.S., Nahorniuk, O.M. (2022). Prodovolcha bezpeka Ukrainy: stan ta aktualni pytannia sohodennia [Food security of Ukraine: state and current issues]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, *2*, 34–45. https://doi.org/10.33730/ 2077-4893.2.2022.263314 [in Ukrainian].
8. Sievidova, I.O. (2018). Tendentsii rozvytku promyslovoho ovochivnytstva u ahrarnykh pidpryiemstvakh [Trends in the development of industrial vegetable growing in agricultural enterprises] *Efektyvna ekonomika – Effective economy*. *1*. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6057 (access date: 02.12.2024). [in Ukrainian].

9. Ulianych, O.I., Kovtuniuk, Z.I., Vorobiova, N.V., Yatsenko, V.V. (2021). Vyrobnycho-biolohichna otsinka ta efektyvnist vyroshchuvannia hibrydiv pomidora [Production and biological assessment and efficiency of growing tomato hybrids] *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, *1*, 34–39. https://doi.org/10.31395/2310-0478-2021-1-34-39 [in Ukrainian].
10. Dubovyi V.I., Adamovych I.V., Dubovyi O.V. (2021). Ekoloho-ekonomichni osoblyvosti substrativ dlia vyroshchuvannia roslyn v umovakh zakrytoho gruntu [Ecological and economic features of substrates for growing plants in closed soil conditions] *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrobiolohiia» – Collection of scientific works «Agrobiology»*, *2*, 208–216. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216 [in Ukrainian].
11. Valetska, O.V., Nalobina, O.O., Kolesnyk, T.M., Holotiuk, M.V., Pylypaka, T.S., Shymko, A.V. 2024. Vplyv orhanichnykh ta mineralnykh dobryv na rodiuchist gruntu ta vrozhainist silskohospodarskykh kultur [The influence of organic and mineral fertilizers on soil fertility and crop yield] *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Seriia Silskohospodarski nauky – Bulletin of the National University of Water Management and Environmental Management. Series Agricultural Sciences*, *3*, 59–70. https://doi.org/10.31713/vs320245 [in Ukrainian].
12. Serhiienko, V.H., Tkalenko, H.M., Borzykh, O.I., Shyta, O.V. 2024. Biokontrol khvorob ovochevykh kultur za vykorystannia preparativ na osnovi Bacillus subtilis [Biocontrol of vegetable crop diseases using preparations based on Bacillus subtilis] *International Science Journal of Engineering & Agriculture – International Science Journal of Engineering & Agriculture, 3*(3), 61–72. https://doi.org/10.46299/j.isjea.20240303.06 [in Ukrainian].
13. Dubovyi, V.I., Adamovych, I.V., Dubovyi, O.V. (2021). Ekoloho-ekonomichni osoblyvosti substrativ dlia vyroshchuvannia roslyn v umovakh zakrytoho gruntu [Ecological and economic features of substrates for growing plants in closed ground conditions] *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, *2*, 208–216. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-208-216 [in Ukrainian].
14. Kolomiiets, Y, Butsenko, L, Yemets, A, Blume, Y. (2024). The Use of PGPB-based Bioformulations to Control Bacterial Diseases of Vegetable Crops in Ukraine [Use of PGPB-based Bioformulations to Control Bacterial Diseases of Vegetable Crops in Ukraine] *Open Agriculture Journal – Open Agriculture Journal*, *18*. https://doi.org/10.2174/0118743315283724231220104524 [in Ukrainian].
15. Rylskyi, O.F., Turovnik, Yu.A., Petrusha, Yu.Iu., Rylska, Ya.S. (2023). Vplyv Bacillus Subtilis na formuvannia ryzosfernoi mikrobioty soniashnyku [he influence of Bacillus Subtilis on the formation of sunflower rhizosphere microbiota] *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur NAAN – Scientific and technical bulletin of the Institute of Oilseeds of the NAAS*, *34*, 33–44. https://doi.org/10.36710/IOC-2023-34-04 [in Ukrainian].
16. Shekhada, M.R., Priya, J.P., Panara, K.N., Ladumor, S.A. (2021). Evaluation of different fungicides, biocontrol agents and botanicals for the management of tomato early blight under field conditions. *The Pharma Innovation Journal, 10*(12), 1438–1441.
17. Hadzal, Ya.M., Kaminskiy, V.F. (Eds.). (2016). Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v Ukraini: monohrafiia [*Scientific foundations of organic production in Ukraine: monograph*] Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian].
18. Kuts, O.V., Paramonova, T.V., Mozghovskyi, O.F., Mykhailyn, V.I., Semenenko, I.I. (2023). Sposib vyroshchuvannia pomidora z vykorystanniam syderalnykh dobryv ta mikrobnykh preparativ [Method of growing tomatoes using sideral fertilizers and microbial preparations] *Naukovo-informatsiinyi biuleten zavershenykh naukovykh rozrobok. Ahrarna nauka – vyrobnytstvu – Scientific and information bulletin of completed scientific developments. Agrarian science – production*, *1*(103), 19. [in Ukrainian].
19. Romaniuk, V.I. (2018). Formuvannia vysokoproduktyvnykh posiviv yachmeniu yaroho zalezhno vid faktoriv intensyfikatsii v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Formation of highly productive spring barley crops depending on intensification factors in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe] Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science, *9*(786), 79–84. [in Ukrainian].

Сєвідов В.П. Продуктивність гібридів помідора залежно від впливу інокуляції насіння

Мета. Визначити вплив різної експозиції замочування насіння помідора у дистильованій воді і інокуляції біостимуляторами АБТ та ЕПІН на ріст та розвиток рослин та рівень загальної врожайності. Методи. Польовий – закладання дослідів, фенологічні, біометричні спостереження, облік урожаю, розрахунковий – ефективність застосування, метод аналізу, статистичний. Результати. Визначено позитивний вплив обробки насіння перед посівом на ріст та розвиток рослин протягом всього вегетативного періоду за всіма варіантами експозиції. Замочування насіння водою, інокуляція препаратами АБТ та ЕПІН сприяли більш швидкому розвитку рослин. Розбіг у тривалості основних фенологічних фаз росту і розвитку рослин залежно від інокуляції насіння біопрепаратами становив від 2-6 діб за обробки препаратом АБТ, що в середньому, становить 8-11% до 6-10 діб за обробки препаратом ЕПІНа за різних експозицій, що становить 11-15% В залежності від застосованого для інокуляції насіння препарату, у період масового плодоношення, визначено значну різницю по основних біометричних показниках рослин помідора. Перевищення за всіма показниками у рослин становило за варіантом досліду з обробкою препаратом ЕПІН, 7-16% відносно контролю. Висновки. Різниця у рівні врожайності помідора статистично достовірна за факторним аналізом ANOVA за фактором А – 1,6 кг/м² (інокуляція препаратом ЕПІН), що свідчить про високу ефективність цього методу, та за фактором Б – 1,0 кг/м² та 1,7 кг/м² (відповідно експозиція в 6 і 12 годин). Отримано зростання рівня врожайності за інокуляції насіння препаратом ЕПІН за експозиції в 4 години на 7,9%, що становило 15,5 кг/м^2 та за експозиції в 6 годин за цим варіантом отримано підвищення врожайності на 18,1%, що становило 16,6 кг/м^2. Максимальну загальну врожайність помідорів за період досліджень відзначено за варіантом інокуляції препаратом ЕПІН з експозицією в 12 годин – на

24,3% порівняно з контролем (без обробки), що становило 17,5 кг/м^2.

Ключові слова: помідор (solánum lycopérsicum l.), гібриди, інокуляція насіння, біостимулятори, технологія вирощування, урожайність.

Syevidov V.P. Productivity of tomato hybrids depending on seed inoculation influence

Purpose. The aim of the study was to assess the impact of varying exposure durations for soaking tomato seeds in distilled water and inoculation with biostimulants ABT and EPIN on plant growth and development, as well as overall yield. Methods. The research utilized field trials, phenological and biometric observations, yield recording, and a calculation-based approach to evaluate the effectiveness of the treatments. Statistical analysis was performed using ANOVA. Results. The pre-sowing seed treatment had a positive effect on plant growth and development throughout the entire vegetative period across all exposure variants. Soaking seeds in water and inoculation with ABT and EPIN promoted faster plant development. The variation in the duration of major phenological growth phases due to seed inoculation with bioproducts ranged from 2 to 6 days for ABT treatment (an average increase of 8-11%) and 6 to 10 days for EPIN treatment (an increase of 11-15%). During the period of mass fruiting, significant differences in key biometric indicators were observed, with plants treated with EPIN showing 7-16% higher values compared to the control across all parameters. Conclusions. The yield difference for tomato plants was statistically significant according to the ANOVA factor analysis. For factor A (EPIN inoculation), the increase in yield was 1.6 kg/m², demonstrating the high effectiveness of this treatment. For factor B (exposure duration), yields increased by 1.0 kg/m² and 1.7 kg/m² for 6 and 12-hour exposure, respectively. Inoculation with EPIN for 4 hours resulted in a 7.9% yield increase, with 15.5 kg/m². The 6-hour exposure increased yield by 18.1%, reaching 16.6 kg/m². The highest total yield during the study was observed for the EPIN inoculation with a 12-hour exposure, which showed a 24.3% increase compared to the control (no treatment), amounting to 17.5 kg/m².

Key words: Tomato (Solanum lycopersicum L.), hybrids, seed inoculation, biostimulants, cultivation technology, yield.

УДК 631.53:633.14
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.21

ВИРОБНИЦТВО ГРЕЧКИ: СТАН, ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

СИДЯКІНА О.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8812-6078
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ІВАНІВ М.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-4793-6194
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Виробництво гречки є важливою складовою аграрного сектору, що має значний вплив на продовольчу безпеку, економічний розвиток аграрних підприємств та здоров'я населення. Гречка, як одна з найцінніших культур, володіє високими харчовими властивостями, містить велику кількість білка, вітамінів та мікроелементів, що робить її важливим продуктом у збалансованому харчуванні багатьох людей [1].

Беручи до уваги світові тенденції зміни споживчих уподобань та зростання усвідомленості щодо здорового харчування, попит на безглютенові продукти та альтернативи традиційним зерновим культурам, таким як пшениця, постійно зростає. Гречка стає популярною серед вегетаріанців, веганів та людей, які дотримуються дієт з обмеженням глютену [2].

Гречка є важливим джерелом доходу для багатьох аграрних підприємств, проте її ринок стикається з певними проблемами, вирішення яких дозволить розробити стратегії розвитку та їх інноваційні складові для підтримки місцевих виробників. Підтримка виробництва гречки може стати важливим елементом у зміцненні продовольчої незалежності [3].

Дослідження у даному напрямку є актуальними не лише з економічної або агротехнічної точок зору, але й у контексті екологічних та продовольчих викликів сучасності. Виявлення нагальних проблем та шляхів їх вирішення дозволить не лише забезпечити населення якісними продуктами харчування, але й сприятиме сталому розвитку аграрного сектора та покращенню якості життя людей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гречка вирізняється значним вмістом засвоюваних білків, вуглеводів і мінеральних елементів, зокрема фосфору, кальцію та заліза. Основними компонентами її білка є глобуліни і глютеніни, які легко розчиняються та забезпечують високу поживну цінність, що наближається до білка бобових культур [4]. Гречка містить значну кількість незамінних амінокислот, таких як аргінін, лізин, цистин, гістидин та інші, що є важливими для збалансованого харчування [5].

Зола гречки багата на фосфорну кислоту, оксиди калію та магнію, а також залізо, за вмістом якого перевершує інші круп'яні культури. Окрім цього, гречка є джерелом міді та органічних кислот (лимонної, яблучної, щавлевої та інших), які сприяють покращенню травлення [6].

До складу гречки входять важливі вітаміни, зокрема B_1, B_2, B_6, рутин (вітамін Р), які забезпечують її лікувально-дієтичні властивості, а тому вона знаходить широке застосування у медицині. З її листків та квіток отримують рутин, який використовується для лікування склерозу, гіпертонії, а також для виведення радіоактивних речовин з організму. Завдяки багатому хімічному складу гречана крупа є цінним продуктом харчування, особливо для дітей, людей похилого віку, а також для тих, хто страждає на діабет, гіпертонію, склероз, виразкову хворобу шлунку та нервові розлади [7].

Характерною особливістю гречаної крупи є її здатність упродовж тривалого часу зберігати поживні та смакові властивості. Це пояснюється тим, що жири, які містяться у гречці, не підлягають окисленню. Крім того, гречана крупа, порівняно з рисовою, містить більше аргініну, швидко розварюється і має високу калорійність. Гречане борошно використовують для приготування млинців, вареників, галушок, традиційних українських «гречаників», макаронних виробів, печива і навіть окремих видів шоколаду. Однак для випікання хліба це борошно не підходить, оскільки не містить клейковини [8].

Гречка має важливе значення у кормовиробництві. Для годівлі худоби використовують дрібне і щупле зерно, а також висівки, отримані під час його переробки. Гречана солома за своїми поживними властивостями подібна до ячмінної та вівсяної. В якості поживного корму, і особливо в системі відгодівлі свиней, також цінується гречана полова. Проте включення соломи та полови до раціону тварин у надмірних кількостях може призвести до різноманітних захворювань, таких як, наприклад, випадіння шерсті у овець або почервоніння шкіри [9].

Гречка є цінною медоносною культурою. Згідно з результатами досліджень сербських науковців [10], за урожайності гречки на рівні 1,5–3,0 т/га, кожен гектар посівів може забезпечити понад 300 кг/га меду. Важливість гречки як медоносу зростає, оскільки з розвитком сільського господарства та впровадженням сучасних агротехнологій існує висока ймовірність зникнення дикої медоносної флори. Крім того, під час збору нектару бджоли активно запилюють квітки гречки, що суттєво підвищує її врожайність [11].

Лушпиння, що залишається після переробки гречки на крупу, є цінним побічним продуктом, який часто недооцінюється. Воно містить до 40% окису калію (K_2O), що робить його перспективним для використання в якості калійного добрива або сировини для виробництва поташу (K_2CO_3) [12].

Гречка відіграє важливе агротехнічне значення. Завдячуючи пізнім строкам сівби та швидкому дозріванню, вона є цінною страховою культурою для пересіву загиблих посівів озимини. Досить широко її використовують для післяжнивних і післяукісних посівів, а також в якості сидеральної культури. Гречка є відмінним попередником у сівозміні, адже за широкорядного вирощування через допосівний обробіток ґрунту та міжрядні культивації значно зменшується кількість бур'янів, а за суцільної сівби вони пригнічуються під щільним покривом культурних рослин. Післяжнивні рештки гречки збагачені на фосфор і калій, тому наступні культури сівозміни добре забезпечені на ці елементи живлення [13].

Мета дослідження – провести аналіз сучасного стану виробництва гречки в Україні, різних регіонах світу і країнах-лідерах з виробництва, а також виявити виклики та перспективи розвитку виробництва цієї цінної круп'яної і медоносної культури.

Матеріали та методика досліджень. Для здійснення наукового дослідження були застосовані такі методи: порівняльно-аналітичний, який дозволив виявити закономірності досліджуваних характеристик на основі зібраних статистичних даних; графічний метод, що включає використання графічних ілюстрацій для візуалізації результатів досліджень та наочного відображення певних закономірностей; абстрактно-логічний метод, що слугує для формулювання теоретичних узагальнень, теорій, гіпотез, висновків і практичних рекомендацій. Інформаційною основою дослідження слугували статистичні дані бази FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations) [14], а також наукова інформація з літературних джерел, результати власних аналітичних досліджень і виконаних розрахунків.

Результати досліджень. Світові площі посівів гречки суттєво коливаються за роками вирощування. Так, якщо у 2000 р. вони становили 3466,8 тис. га, у 2001 р. – 3090,8 тис. га, то у 2002 р. – 2067,7 тис. га, тобто відбулося їх суттєве скорочення. Починаючи з 2002 р. вони варіювали в межах від 1838,2 тис. га у 2019 р. до 2940,9 тис. га у 2017 р.

Гречку вирощують в усіх регіонах світу, за виключенням країн Океанії. Найбільші площі посівів у розрізі регіонів зосереджено в Європі, на частку якої у середньому за 2000–2023 рр. припадало 56,1% (рис. 1). Друге місце за цим показником посідає Азія з часткою 37,8%. На Американських континентах площі посівів, які відводяться під гречку, є незначними – від 115,5 тис. га у 2005 р. до 144,4 тис. га у 2023 р., що в середньому за 2000–2023 рр. становило 5,5% від світової площі посівів. Ще менше уваги даній культурі приділяється на Африканському континенті, частка якого за досліджуваний період становила лише 0,6% від середньосвітового показника.

Найбільші площі посівів під гречкою зосереджені в РФ, Китаї та Україні – відповідно 40,0; 31,7 та 10,5% від світового показника у середньому за 2000–2023 рр. Лише 17,8% припадає на всі інші країни світу. За досліджуваний період площі посівів гречки в РФ коливалися в межах від 558,1 тис. га у 2002 р. до 1497,8 тис. га у 2017 р., у Китаї – від 552,2 тис. га у 2015 р. до 1150,0 тис. га у 2000 р., в Україні – від 69,2 тис. га у 2019 р. до 576,7 тис. га у 2001 р. Незважаючи на військові дії, в нашій країні відбулося зростання площ посівів гречки з 91,9 тис. га у 2021 р. до 147,9 тис. га у 2023 р., що свідчить про важливість цієї культури для розвитку українського ринку круп'яної продукції.

Світове виробництво гречки відзначається нестабільністю за роками вирощування – від 1,455 млн тонн у 2010 р. до 3,781 млн тонн у 2000 р. (табл. 1). Найбільше гречки виробляють країни Європи – 36,2–67,4% від показників світового виробництва цієї круп'яної культури. Загалом, якщо проаналізувати окремі періоди, то можна побачити чітку закономірність щодо поступового зростання обсягів виробництва гречки в усіх регіонах світу, за виключенням Азії, де за період 2011–2020 рр. відбулося їх скорочення, що також позначилося і на світових показниках, адже країни Азії посідають друге місце серед регіонів світу за виробництвом цієї культури (рис. 2). Аналогічне зменшення обсягів виробництва гречки у 2011–2020 рр., порівняно з 2000–2010 рр., відбулося в Україні та Китаї. В РФ, навпаки, валові збори культури зросли (рис. 3).

Зростання валових зборів гречки в РФ відбувалося в основному за рахунок збільшення площ посівів, адже врожайність, яку отримували у цій країні, поступалася

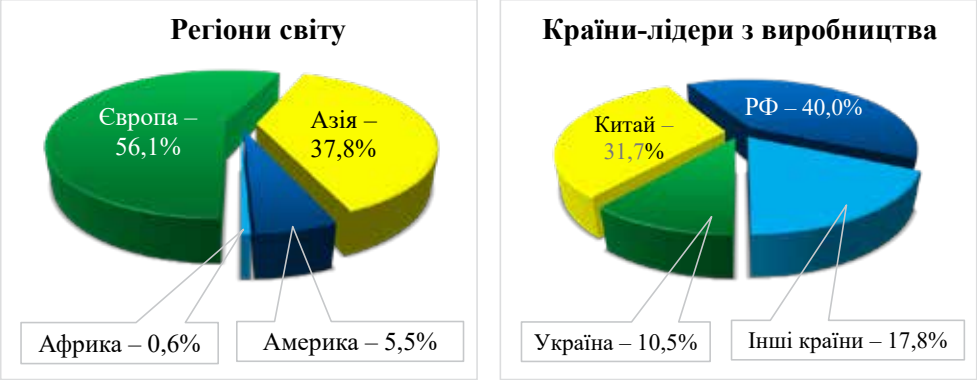


Рис. 1. Середня частка регіонів та країн-лідерів з виробництва у світовій площі посівів гречки за 2000–2023 рр.

Джерело: FAOSTAT, 2024

Таблиця 1

Обсяги виробництва гречки у розрізі регіонів світу та найбільших країн-виробників, млн тонн

Рік	Регіони світу				Країни-лідери з виробництва			Світове виробництво
	Азія	Америка	Африка	Європа	Китай	РФ	Україна	
2000	2,013	0,128	0,001	1,639	1,950	0,997	0,481	3,781
2001	1,329	0,133	0,001	1,127	1,250	0,574	0,388	2,590
2002	1,036	0,129	0,001	0,663	0,968	0,302	0,209	1,830
2003	1,427	0,129	0,002	1,012	1,340	0,525	0,311	2,570
2004	0,985	0,120	0,002	1,184	0,900	0,649	0,294	2,291
2005	0,842	0,121	0,004	1,115	0,750	0,605	0,275	2,081
2006	0,552	0,124	0,004	1,261	0,440	0,865	0,229	1,941
2007	0,776	0,125	0,005	1,473	0,650	1,004	0,217	2,379
2008	0,696	0,136	0,006	1,382	0,640	0,924	0,241	2,220
2009	0,661	0,139	0,008	0,992	0,570	0,564	0,189	1,801
2010	0,571	0,135	0,008	0,740	0,500	0,339	0,134	1,455
2011	0,869	0,137	0,009	1,353	0,780	0,800	0,282	2,368
2012	0,785	0,142	0,018	1,318	0,675	0,797	0,239	2,263
2013	0,766	0,143	0,020	1,334	0,633	0,834	0,179	2,264
2014	0,659	0,147	0,020	1,094	0,565	0,662	0,167	1,920
2015	0,519	0,145	0,021	1,239	0,422	0,861	0,128	1,924
2016	0,676	0,147	0,021	1,745	0,540	1,187	0,176	2,590
2017	0,681	0,151	0,022	2,182	0,509	1,525	0,180	3,036
2018	0,618	0,163	0,022	1,142	0,490	0,932	0,137	1,946
2019	0,618	0,167	0,023	0,916	0,513	0,786	0,085	1,724
2020	0,605	0,159	0,022	1,019	0,504	0,892	0,098	1,806
2021	0,641	0,161	0,022	1,044	0,502	0,919	0,106	1,869
2022	0,659	0,163	0,022	1,388	0,506	1,222	0,148	2,231
2023	0,641	0,163	0,022	1,377	0,504	1,149	0,211	2,204

Джерело: FAOSTAT, 2024

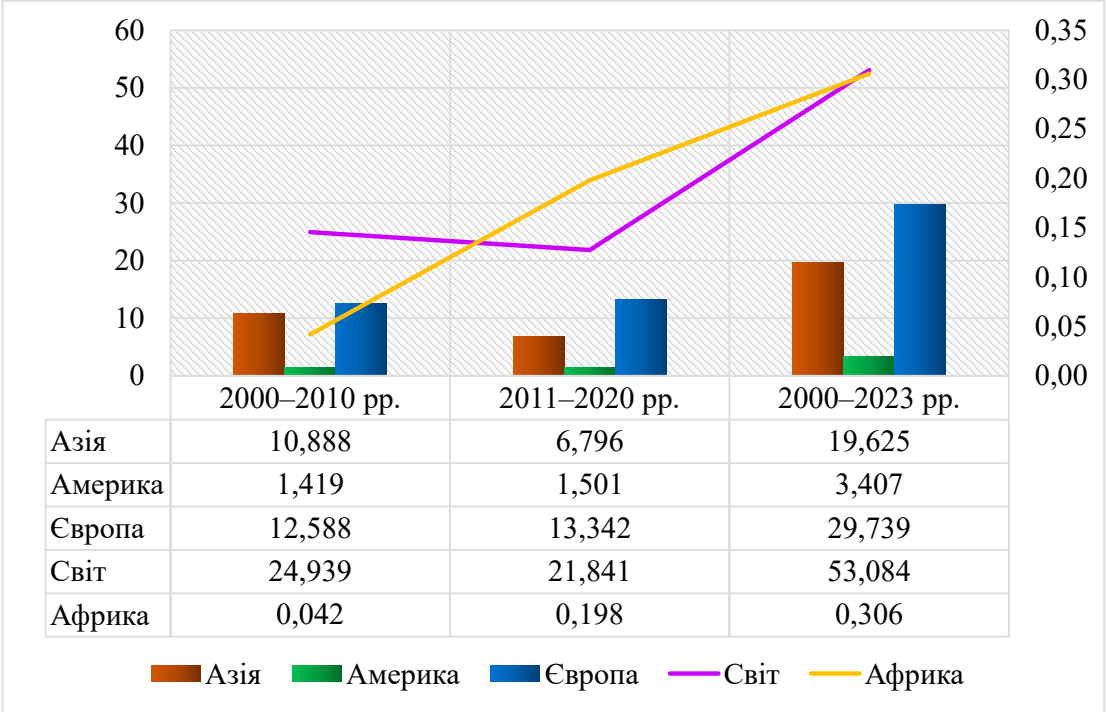
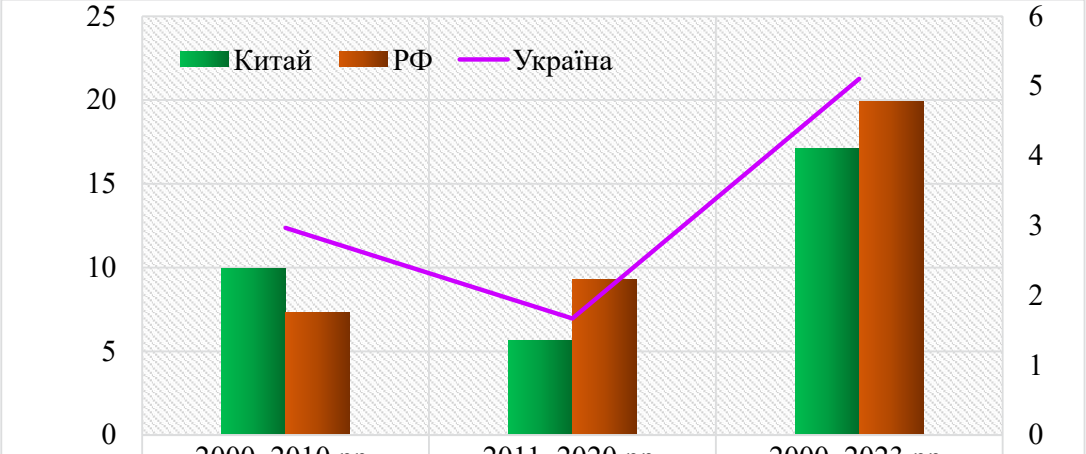


Рис. 2. Обсяги виробництва гречки у розрізі регіонів світу за окремими досліджуваними періодами, млн тонн

Джерело: FAOSTAT, 2024



	2000–2010 рр.	2011–2020 рр.	2000–2023 рр.
Китай	9,958	5,631	17,101
РФ	7,348	9,276	19,914
Україна	2,968	1,671	5,104

Рис. 3. Обсяги виробництва гречки у розрізі країн-лідерів за окремими досліджуваними періодами, млн тонн

Джерело: FAOSTAT, 2024

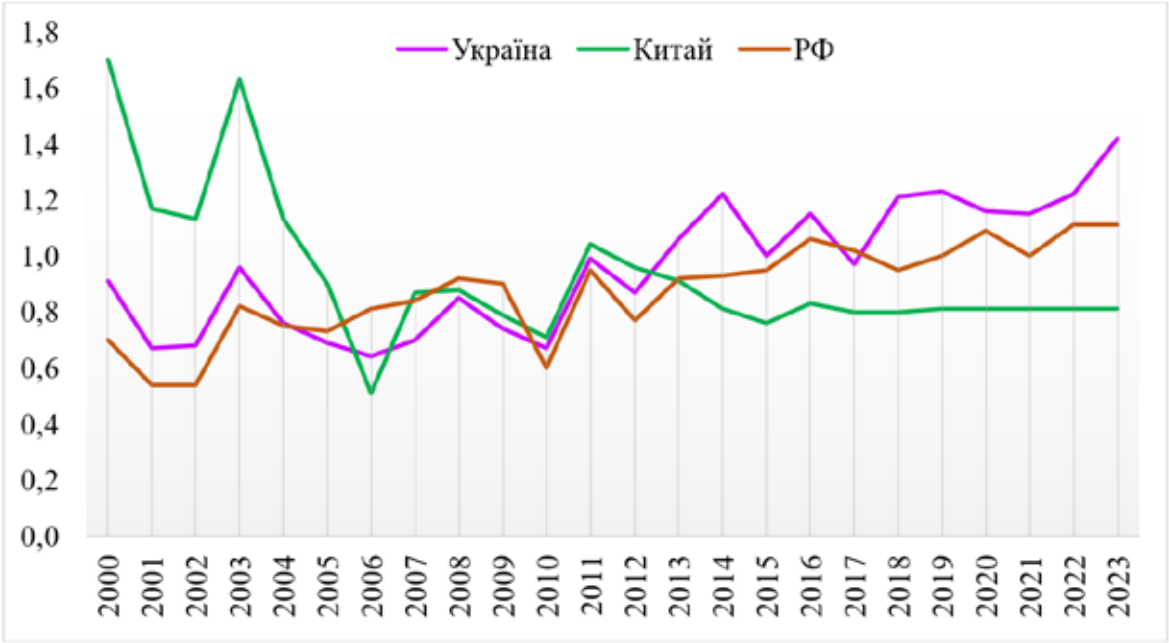


Рис. 4. Динаміка врожайності гречки у країнах-лідерах з виробництва, т/га

Джерело: FAOSTAT, 2024

іншим країнам-лідерам з виробництва – Україні і Китаю. Так, за усередненими даними 2000–2023 рр. урожайність гречки в РФ становила 0,88 т/га, у Китаї – 0,93 т/га, а в Україні – 0,96 т/га. Починаючи з 2010 р., Україна завжди випереджала РФ за рівнем урожайності, виключення становить лише 2017 р., який характеризувався несприятливими гідротермічними умовами (рис. 4). Вегетаційний період гречки у 2017 р. виявився більш посушливим, порівняно з іншими роками вирощування. Так, наприклад, в умовах Правобережного Лісостепу України сумарна кількість опадів за вегетаційний період 2017 р. становила 364,8 мм за середньобагаторічної норми 390,1 мм, а гідротермічний коефіцієнт – 1,47 і 1,82 відповідно [15].

Суттєве зростання врожайності гречки в Україні відбулося з 2013 р. Так, за період 2000–2012 рр. в нашій країні збирали в середньому 0,78 т/га, а за період 2013–2023 рр. – 1,16 т/га. Максимальний рівень урожайності було досягнуто у 2023 р. – 1,42 т/га.

Найвищі рівні врожайності гречки отримують у країнах Америки, із року в рік вони залишаються відносно стабільними з невеликими коливаннями. У середньому

за 2000–2010 рр. врожайність гречки на Американських континентах становила 1,05 т/га, за 2011–2020 рр. – 1,14 т/га, а за 2000–2023 рр. – 1,10 т/га. Зазначені врожайні дані перевищують показники інших регіонів світу та країн-лідерів з виробництва цієї круп'яної культури. Також це свідчить про великий потенціал України для подальшого розвитку виробництва гречки, а також підкреслює необхідність постійного вдосконалення агротехнологій вирощування цієї круп'яної культури.

Висновки. Найбільші площі посівів та обсяги виробництва гречки серед регіонів світу зосереджені в Європі. Країнами-лідерами з виробництва цієї круп'яної культури є РФ, Китай та Україна. При цьому наша країна демонструє позитивну тенденцію до зростання площ посівів, рівня врожайності та валових зборів попри складні умови війни. В Україні врожайність гречки, починаючи з 2013 р., суттєво зросла, досягнувши рекордних показників у 2023 році. Це засвідчує важливість цієї культури для аграрного сектору країни та її потенціал для розвитку на міжнародному ринку. Наявність стабільного виробництва та вдосконалення агротехнологій вирощування гречки можуть сприяти подальшому зміцненню позицій України як одного з провідних виробників круп'яних культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Chettry U., Chrungoo N. K. Beyond the cereal box: breeding buckwheat as a strategic crop for human nutrition. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2021. Vol. 76(4). P. 399–409. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-021-00930-7
2. Luthar Z., Golob A., Germ M., Vombergar B., Kreft I. Tartary buckwheat in human nutrition. *Plants*. 2021. Vol. 10(4). P. 700. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10040700
3. Averchev O. V., Kyrylov Yu. E., Fesenko G. A. The current state of buckwheat market in Ukraine. *Bulletin Of National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan*. 2021. Vol. 2(390). P. 113–119. DOI: https://doi.org/10.32014/2021.2518-1467.58
4. Zhang W., Boateng I. D., Xu J., Zhang Y. Proteins from Legumes, Cereals, and Pseudo-Cereals: Composition, Modification, Bioactivities, and Applications. *Foods*. 2024. Vol. 13(13). P. 1974. DOI: https://doi.org/10.3390/foods13131974
5. Hemp and buckwheat are valuable sources of dietary amino acids, beneficially modulating gastrointestinal hormones and promoting satiety in healthy volunteers / M. Neacsu et al. *European journal of nutrition*. 2022. Vol. 61. P. 1057–1072. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-021-02711-z
6. Systematic review of human and animal evidence on the role of buckwheat consumption on gastrointestinal health / E. Valido et al. *Nutrients*. 2022. Vol. 15(1). P. 1. DOI: https://doi.org/10.3390/nu15010001
7. Tartary buckwheat: An under-utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security / J. Ruan et al. *Food Reviews International*. 2022. Vol. 38(4). P. 440–454. DOI: https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1734610
8. Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview / S. A. Sofi et al. *Food Science & Nutrition*. 2023. Vol. 11(5). P. 2256–2276. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.3166
9. Evaluation of a plant-based infant formula containing almonds and buckwheat on gut microbiota composition, intestine morphology, metabolic and immune markers in a neonatal piglet model / M. Gurung et al. *Nutrients*. 2023. Vol. 15(2). P. 383. DOI: https://doi.org/10.3390/nu15020383
10. Medicinal properties of buckwheat products and honey in compliance with food safety regulatory requirements / V. Popović et al. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 2022. Vol. 76(3). P. 16–24.
11. Fijen T. P., van Bodegraven V., Lucassen F. Limited honeybee hive placement balances the trade-off between biodiversity conservation and crop yield of buckwheat cultivation. *Basic and Applied Ecology*. 2022. Vol. 65. P. 28–38. DOI: https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.09.003
12. Pocienė O., Šlinkšienė R. Studies on the possibilities of processing buckwheat husks and ash in the production of environmentally friendly fertilizers. *Agriculture*. 2022. Vol. 12(2). P. 193. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12020193
13. Vieites-Álvarez Y., Reigosa M. J., Sánchez-Moreiras A. M. A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013–2023). *Frontiers in Plant Science*. 2024. Vol. 15. P. 1354672. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1354672
14. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations : веб-сайт. URL: https://www.fao.org/home/en (дата звернення: 20.01.2025).
15. Квасніцька Л. С., Тимощук Т. М. Продуктивність гречки у короткоротаційних сівозмінах Правобережного Лісостепу. *Наукові горизонти*. 2018. № 7–8 (70). С. 83–90.

REFERENCES:

1. Chettry, U., & Chrungoo, N. K. (2021). Beyond the cereal box: breeding buckwheat as a strategic crop for human nutrition. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(4), 399–409. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s11130-021-00930-7
2. Luthar, Z., Golob, A., Germ, M., Vombergar, B., & Kreft, I. (2021). Tartary buckwheat in human nutrition. *Plants*, 10(4), 700. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10040700
3. Averchev, O. V., Kyrylov, Yu. E., & Fesenko, G. A. (2021). The current state of buckwheat market in Ukraine. *Bulletin Of National Academy Of Sciences Of The Republic Of Kazakhstan*, 2(390), 113–119. DOI: https://doi.org/10.32014/2021.2518-1467.58
4. Zhang, W., Boateng, I. D., Xu J., & Zhang, Y. (2024). Proteins from Legumes, Cereals, and Pseudo-Cereals: Composition, Modification, Bioactivities, and Applications. *Foods*, 13(13), 1974. DOI: https://doi.org/10.3390/foods13131974
5. Neacsu, M., Vaughan, N. J., Multari, S., Haljas, E., Scobbie, L., Duncan, G. J., Cantlay, L., Fyfe, C., Anderson, S., Horgan, G., Johnstone, A. M., & Russell, W. R. (2022). Hemp and buckwheat are valuable sources of dietary amino acids, beneficially

modulating gastrointestinal hormones and promoting satiety in healthy volunteers. *European journal of nutrition*, 61, 1057–1072. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-021-02711-z

6. Valido, E., Stoyanov, J., Gorreja, F., Stojic, S., Niehot, C., Kiefte-de Jong, J., Llanaj, E., Muka, T., & Glisic, M. (2022). Systematic review of human and animal evidence on the role of buckwheat consumption on gastrointestinal health. *Nutrients*, 15(1), 1. DOI: https://doi.org/10.3390/nu15010001
7. Ruan, J., Zhou, Yu., Yan, J., Zhou, M., Woo, S.-H., Weng, W., Cheng, J., & Zhang, K. (2022). Tartary buckwheat: An under-utilized edible and medicinal herb for food and nutritional security. *Food Reviews International*, 38(4), 440–454. DOI: https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1734610
8. Sofi, S. A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S. M., Kamran, F., Dar, T. A., Mir, S. A., Dar, B. N., & Mousavi Khaneghah, A. (2023). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 11(5), 2256–2276. DOI: https://doi.org/10.1002/fsn3.3166
9. Gurung, M., Rosa, F., Yelvington, B., Nathan Terry, N., Read, Q. D., Piccolo, B. D., Moody, B., Tripp, P., Pittman III, H. E., Fay, B. L., Ross, T. J., Sikes, J. D., Flowers, J. B., Fox, R., LeRoith, T., Talatala, R., Bar-Yoseph, F., & Yeruva, L. (2023). Evaluation of a plant-based infant formula containing almonds and buckwheat on gut microbiota composition, intestine morphology, metabolic and immune markers in a neonatal piglet model. *Nutrients*, 15(2), 383. DOI: https://doi.org/10.3390/nu15020383
10. Popović, V., Burić, M., Mihailović, A., Aćimić Remiković, M., Vukeljić, N., Batrićević, M., Šarčević-Todosijević, L., & Petrović, B. (2022). Medicinal properties of buckwheat products and honey in compliance with food safety regulatory requirements. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 76(3), 16–24.
11. Fijen, T. P., van Bodegraven, V., & Lucassen, F. (2022). Limited honeybee hive placement balances the trade-off between biodiversity conservation and crop yield of buckwheat cultivation. *Basic and Applied Ecology*, 65, 28–38. DOI: https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.09.003
12. Pocienė, O., & Šlinkšienė, R. (2022). Studies on the possibilities of processing buckwheat husks and ash in the production of environmentally friendly fertilizers. *Agriculture*, 12(2), 193. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12020193
13. Vieites-Álvarez, Y., Reigosa, M. J., & Sánchez-Moreiras, A. M. (2024). A decade of advances in the study of buckwheat for organic farming and agroecology (2013–2023). *Frontiers in Plant Science*, 15, 1354672. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1354672
14. Official site of Food and Agriculture Organization of the United Nations : veb-sayt. URL: https://www.fao.org/home/en (data zvernennya: 20.01.2025).
15. Kvasnitska, L. S., & Tymoshchuk, T. M. (2018). Produktyvnist hrechky u korotkorotatsiinykh sivozminakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Buckwheat productivity in short-rotation crop rotations of the Right-Bank Forest-Steppe]. *Naukovi horyzonty*, 7–8 (70), 83–90 [in Ukrainian].

Сидякіна О.В., Іванів М.О. Виробництво гречки: стан, виклики та перспективи

Мета. Провести аналіз сучасного стану виробництва гречки в Україні, різних регіонах світу і країнах-лідерах з виробництва, а також виявити виклики та перспективи розвитку виробництва цієї цінної круп'яної і медоносної культури. **Методи.** Порівняльно-аналітичний – для виявлення закономірностей досліджуваних характеристик на основі зібраних статистичних даних; графічний метод – використання графічних ілюстрацій для візуалізації результатів досліджень та наочного відображення певних закономірностей; абстрактно-логічний метод – для формулювання теоретичних узагальнень, теорій, гіпотез, висновків і практичних рекомендацій. Інформаційною основою дослідження слугували статистичні дані бази FAOSTAT, наукова інформація з літературних джерел, результати власних аналітичних досліджень і виконаних розрахунків. **Результати.** Світові площі посівів гречки значно коливаються за роками вирощування. З 2002 р. відбулося їх суттєве скорочення. Вирощують гречку в усіх регіонах світу, за винятком країн Океанії. Найбільші площі посівів зосереджені в Європі – 56,1% від світового показника у середньому за 2000–2023 рр. Друге місце займає Азія з часткою 37,8%. У країнах Америки та Африки площі посівів, які відводяться під гречку, є незначними. 82,2% посівних площ під гречкою зосереджені лише в трьох країнах світу – РФ, Китаї та Україні. На ці ж країни припадають і найбільші валові збори цієї культури. Спостерігається чітка закономірність щодо поступового зростання обсягів виробництва гречки в усіх регіонах світу, за винятком Азії, де за період 2011–2020 рр. відбулося їх скорочення, що також позначилося і на світових показниках. Зменшення обсягів виробництва гречки у 2011–2020 рр., порівняно з 2000–2010 рр., відбулося в Україні та Китаї. В РФ валові збори культури зросли, але за рахунок збільшення площ посівів. За врожайністю гречки РФ поступається як Україні, так і Китаю. За усередненими даними 2000–2023 рр., урожайність гречки в РФ становила 0,88 т/га, у Китаї – 0,93 т/га, а в Україні – 0,96 т/га. Починаючи з 2010 р., Україна завжди випереджала РФ за рівнем урожайності, окрім несприятливого за погодними умовами 2017 р. Максимальну врожайність культури в Україні було отримано у 2023 р. – 1,42 т/га. Незважаючи на незначні площі посівів, найвищу продуктивність гречки стабільно, з року в рік, демонструють країни Америки. Це свідчить про великий потенціал України для подальшого розвитку виробництва гречки та підкреслює необхідність постійного вдосконалення агротехнологій вирощування цієї круп'яної культури. **Висновки**. Найбільші площі посівів та обсяги виробництва гречки зосереджені в Європі, а країнами-лідерами з виробництва є РФ, Китай та Україна. Наша країна демонструє зростання площ посівів, врожайності та валових зборів, незважаючи на складні умови війни. В Україні врожайність гречки з 2013 р. суттєво зросла, досягнувши рекордних показників у 2023 році. Це підкреслює важливість культури для аграрного сектору та її потенціал на міжнародному ринку. Стабільне виробництво та вдосконалення агротехнологій можуть зміцнити позиції України як одного з провідних виробників круп'яних культур.

Ключові слова: гречка, круп'яні культури, обсяги виробництва, площі посівів, урожайність.

Sydiakina O.V., Ivaniv M.O. Production of buckwheat: state, challenges, and prospects

Purpose. To analyze the current state of buckwheat production in Ukraine, different regions of the world, and leading producing countries, as well as to identify the challenges and prospects for developing this valuable cereal and honey plant. **Methods.** Comparative-analytical method – to identify patterns of the studied characteristics based on collected statistical data; graphic method – using graphical illustrations to visualize research results and represent specific patterns; abstract-logical method – to formulate theoretical generalizations, theories, hypotheses, conclusions, and practical recommendations. The informational basis of the research consisted of statistical data from the FAOSTAT database, scientific information from literary sources, results of own analytical studies, and calculations performed. **Results.** The global area of buckwheat cultivation significantly fluctuates from year to year. Since 2002, there has been a substantial reduction in these areas. Buckwheat is grown in all regions of the world except for the countries of Oceania. The most significant cultivation areas are concentrated in Europe, accounting for 56.1% of the global figure from 2000 to 2023. Asia ranks second with a share of 37.8%. The areas allocated for buckwheat cultivation are minimal in the Americas and Africa. 82.2% of the sown area for buckwheat is concentrated in just three countries: Russia, China, and Ukraine. These same countries also account for this crop's most enormous gross yields. There is a clear trend of gradual growth in buckwheat production volumes in all regions of the world, except for Asia, where a decline occurred from 2011 to 2020, affecting global indicators. The buckwheat production volumes decreased from 2011 to 2020, compared to 2000 to 2010, in Ukraine and China. In Russia, gross crop yields increased, but this was due to an expansion in sown areas. In terms of yield, Russia lags behind both Ukraine and China. According to average data from 2000 to 2023, the yield of buckwheat in Russia was 0.88 t/ha, in China it was 0.93 t/ha, and in Ukraine it was 0.96 t/ha. Since 2010, Ukraine has consistently outperformed Russia regarding yield, except for the unfavorable weather conditions in 2017. The maximum yield of the crop in Ukraine was achieved in 2023 – 1.42 t/ha. Despite the small sown areas, the highest productivity of buckwheat is consistently demonstrated by the countries of the Americas from year to year. This indicates a significant potential for Ukraine to further develop buckwheat production and highlights the necessity for continuous improvement of agricultural technologies for growing this cereal crop. **Conclusions.** The most significant areas of buckwheat cultivation and production volumes are concentrated in Europe, with the leading countries in production being Russia, China, and Ukraine. Our country demonstrates growth in sown areas, yield, and gross harvests despite the challenging conditions of war. In Ukraine, buckwheat yield has significantly increased since 2013, reaching record levels in 2023. This highlights the importance of the crop for the agricultural sector and its potential in the international market. Stable production and improvement of farming technologies can strengthen Ukraine's position as one of the leading producers of cereal crops.

Key words: buckwheat, cereal crops, production volumes, sown areas, yield.

УДК 6633.854.78:632.25.03
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.22

СКРИНІНГ ЗРАЗКІВ СОНЯШНИКУ ЗА СТІЙКІСТЮ ДО НЕСПРАВЖНЬОЇ БОРОШНИСТОЇ РОСИ

СТОРОЖЕНКО Д.С. – аспірантка
orcid.org/0009-0001-0520-6943
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Соняшник є однією із найрентабельніших культур в Україні та Світі. За умови дотримання технологій вирощування він може забезпечувати прибуток до 80 % і більше [1]. Для створення високопродуктивних гібридів необхідною умовою є вивчення поширеності, розвитку і шкідливості основних хвороб цієї культури, вивначення видового складу патогенів і оптимізація заходів захисту від хвороб [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині на соняшнику зареєстровано та описано понад 80 захворювань різної етіології [3], 40 із них трапляються на посівах цієї культури в усьому Світі. Найвищу шкідливість мають лише деякі із них, і у їх числі несправжня борошниста роса. Аналізуючи літературні дані, можна зробити висновок, що серед облігатних хвороб на соняшнику пероноспороз посідає основне місце в усьому Світі [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Plasmopara helianthi Novot. *f. helianthi* (синонім – *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & De Toni in Sacc.) Хвороба поширена в усіх зонах вирощування культури. Найшкідливішою вона є в Лісостепу та північній частині Степу. Шкідливість несправжньої борошнистої роси полягає в зрідженні посівів соняшнику, втраті асимиляційної поверхні в результаті відмирання уражених листків, що спричинює різке зменшення розміру кошика, кількості в ньому сім'янок, суттєве зниження маси 1000 насінин, зниження їх посівних і технологічних якостей. Недобір урожаю, залежно від інтенсивності ураження рослин, може становити 0,3–0,8 т/га [10].

Оцінка стійкості соняшнику до несправжньої борошнистої роси з урахуванням фізіологічних рас патогена проводиться в лабораторних умовах. Для цього в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН розроблено експрес-метод оцінки стійкості соняшнику до несправжньої борошнистої роси [11], який дозволяє щорічно оцінювати стійкість 3–10 тис. селекційних зразків. Імунні зразки залучають у селекційний процес для створення гібридів соняшнику, генетично захищених від цієї високошкідливої хвороби. Для остаточної оцінки стійкості перспективного селекційного матеріалу соняшнику до несправжньої борошнистої роси в доповнення до лабораторної оцінки використовують польовий інфекційний фон. Створюють його осінню шляхом внесення перед оранкою в ґрунт подрібнених уражених рослинних решток (1,5–2 кг на 1 м^2), які вносять на ділянці з монокультурою соняшнику кожного року [12].

Мета. Провести скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси для їхнього подальшого використання у селекції та насінництві.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в 2021–2024 рр. у науковій сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, яка розташована в Харківському районі Харківської області в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України.

При обліках ураження рослин несправжньою борошнистою росою в польових умовах використовують стандартні фітопатологічні методики визначення поширеності хвороби, коли визначають відсоток уражених рослин від загальної кількості облікових [13].

Стійкість кожного зразка встановлювали за показниками розповсюдженості хвороби та інтенсивністю розвитку хвороби, використовуючи загальноприйняті формули [16].

Розповсюдженість хвороби – це кількість хворих рослин (органів), виражене у відсотках. Для її визначення використовували формулу:

$$P = \frac{n}{N} 100\%,$$

де P – розповсюдженість хвороби (%);

N – загальна кількість рослин у пробах;

n – кількість хворих рослин у пробах.

Для якісної характеристики ураження посівів розраховували середній відсоток розвитку хвороби за формулою:

$$R = \frac{£(ab)}{Nk} 100\%,$$

де R – розвиток хвороби (%),

a – кількість рослин з відповідним балом, (шт.),

b – відповідний бал ураження,

N – загальна кількість облікових рослин, (шт.),

k – найвищий бал шкали обліку [6].

Обліки ураженості соняшнику несправжньою борошнистою росою проводили в польових умовах у фазі 3–4 справжніх листків та у фазі цвітіння. Уражені рослини виявляли за ознаками карликовості, потовщення стебла, гофрованості і світлих плям на листі. Шкала для визначення ураженості зразків соняшнику за інтенсивністю прояву хвороби наведена в табл. 1.

Оскільки за сприятливих умов для розвитку збудника хвороби він може уразити 100,0 % рослин [14], нами було прийнято рішення, окрім польових методів обліку несправжньої борошнистої роси, провести оцінку стійкості до даного патогена в лабораторних умовах. Дослідження проводили шляхом закладання насіннєвого матеріалу в рулони фільтрувального паперу, пророщування та подальшого їх зараження збудником несправжньої борошнистої роси соняшнику (рис. 2).



Рис. 1. Ураження рослин соняшнику несправжньою борошнистою росою (фото автора)

Таблиця 1

Шкала обліку ураження соняшнику несправжньою борошнистою росою в польових умовах за інтенсивністю прояву хвороби

Бал	Ступінь ураження	Характерні ознаки / Площа ураженої поверхні, %
0	відсутнє	Здорова рослина
1	слабке	Уражені поодинокі листки не більше 10 % на рослині
2	середнє	Уражено до 50 % всіх листків на рослині
3	сильне	Уражено більше 50 % всіх листків на рослині
4	дуже сильне	Уражені не тільки листки, але і репродуктивні органи на рослині
5	найбільш сильне	Рослини недорозвинуті або загинули

Особливостями визначення стійкості ліній до збудника несправжньої борошнистої роси є нерозривність фітопатологічної оцінки в польових умовах у роки з широким розповсюдженням і масовим ураженням рослин хворобою, з безперервною щорічною оцінкою селекційного матеріалу взимку в умовах лабораторії. Як свідчить досвід власних багаторічних спостережень, об'єктивну оцінку стійкості до цього патогена можливо отримати лише за умов штучного зараження в контрольованих умовах лабораторії.

Результати досліджень. За результатами чотирирічних досліджень (2021–2024 рр.) нами встановлено, що серед досліджуваного матеріалу групу високостійких до несправжньої борошнистої роси соняшнику склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Їх ураженість НБР в роки досліджень складала 0,0 % і відповідний бал стійкості до патогена був 0. Стійкими до збудника хвороби були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Їх рівень ураження патогеном не перевищував 10,0 % а відповідний бал стійкості був 1. Середню стійкість до НБР показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Вона мала бал стійкості 2, а ураженість патогеном даного зразка була на рівні 24,0 % (табл. 2).

У результаті польових досліджень протягом 2021–2024 років в лабораторних умовах було проведено дослідження щодо стійкості зразків соняшнику до збудника несправжньої борошнистої роси а також їх диференціація за групами стійкості (табл. 3).

Так, групу стійких зразків в умовах лабораторії склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності



Рис. 2. Ураження соняшнику збудником несправжньої борошнистої роси. Високосприйнятливий зразок (фото автора)

Таблиця 2

Диференціація зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси в польових умовах, 2021–2024 рр.

Група стійкості	Межі стійкості, %	Назва зразка
Високостійкі	0,0 %	Кадет
Високостійкі	0,0 %	Ярило
Високостійкі	0,0 %	Х1814В
Стійкі	0,0–10,0 %	Сх66А
Стійкі	0,0–10,0 %	Сх588А
Стійкі	0,0–10,0 %	Космос
Стійкі	0,0–10,0 %	Х526В
Стійкі	0,0–10,0 %	Х2283В
Середньостійкі	11,0–25,0 %	ОдОл1А

Таблиця 3

Імунологічна характеристика досліджуваних зразків соняшнику за стійкістю до збудника несправжньої борошнистої роси, лабораторні умови

Зразок	Ураженість, %	Бал стійкості	Група стійкості
Х1814В	4	1	Стійкий
Сх588А	6	1	Стійкий
Сх66А	6	1	Стійкий
Кадет	7	1	Стійкий
Ярило	11	2	Середньосприйнятливий
Космос	16	2	Середньосприйнятливий
Х526В	17	2	Середньосприйнятливий
ОдОл1А	19	2	Середньосприйнятливий
Х2283В	21	2	Середньосприйнятливий

пилку Cx66A та Cx588A та батьківський компанент X1814B. Рівень їх ураженості збудником не перевищував 10,0 % і відповідний бал стійкості був 1. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів X526B та X2283B а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Рівень їх ураження збудником не перевищував 21,0 %, бал стійкості був 2.

Висновки. За результатами польових досліджень до групи високостійких до пероноспорозу соняшника склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду X1814B. Стійкими до патогена були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Cx66A та Cx588A, два батьківських компонента гібридів X526B та X2283B а також гібрид Космос. Середню стійкість до збудника хвороби показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

Групу стійких зразків у лабораторних умовах склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Cx66A та Cx588A та батьківський компанент X1814B. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів X526B та X2283B а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кириченко В.В., Макляк К.М., Петренкова В.П., Кучеренко Є.Ю., Звягінцева А.М., Харитоненко Н.С., Михайленко В.О. Соняшник. Спеціальна селекція. Монографія. Харків. СГ НТМ «Новий курс», 2020. 498 с.
2. Jocic S., Miladinovic D., Imerovski I. [et al]. Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. *Helia*. 2012. 35, N 56. P. 61–72.
3. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. *Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May–3 June)*. Edirne, 2016. P. 71–87.
4. Shindrova P. Investigation on the race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii* Farl. Berlese et de Toni) in Bulgaria during 2007–2008. *Helia*. 2010. 33. Nr. 52. P. 19–24.
5. Shirshikar S. P. Present status of sunflower downy mildew disease in India. *Helia*. 2005. 28. Nr. 43. P. 153–158.
6. Baldini M., Danuso F., Turi M., Sandra M., Raranciuc S. Downy mildew (*Plasmopara halstedii*) infection in high oleic sunflower hybrids in Northern Italy. *Helia*. 2006. 29. Nr. 45. P. 19–32.
7. Shirshikar S. P. Response of newly developed sunflower hybrids and varieties to downy mildew disease. *Helia*. 2008. 31. Nr. 49. P. 19–26.
8. Cantamutto M. The Argentine wild *Helianthus annuus* L. genetic resource. *Helia*. 2010. 33. Nr. 52. P. 47–62.
9. Roeckel-Drevet P., Can. J. Molecular variability of sunflower downy mildew, *Plasmopara halstedii*, from different continents. *Microbiol*. 2003. 49. P. 492–502.
10. Береженко Ж. І., Шугурова Н. О., Дем'яненко Т. Т. Стійкість ліній соняшнику проти поширених рас несправжньої борошнистої роси. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур*. 2006. Вип. 11. С. 132–134.
11. Tsygankova V.A., Galkin A.P., Galkina L.O. et al. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. *New plant growth regulators: basic research and technologies of application*. Kyiv: Nichlava, 2011. P. 94–152.
12. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. *Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May – 3 June 2016).* Edirne, 2016. P. 71–87.
13. Охорона прав на сорти рослин. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів технічних та кормових культур. *Соняшник*. Київ. Алефа, 2003. С. 18–40.
14. Горяінова В.В., Станкевич С.В., Батова О.М., Жукова Л.В. Загальна фітопатологія: навч. посіб. Житомир: ПП «Рута», 2023. 378 с.
15. Жукова Л.В., Станкевич С.В., Туренко В.П., Горяінова В.В., Батова О.М. Патологія насіння сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 292 с.
16. Станкевич С.В., Положенець В.М., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Моніторинг хвороб сільськогосподарських культур: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 304 с.

REFERENCES:

1. Kyrychenko V.V., Makliak K.M., Petrenkova V.P. [et al]. (2020). Soniashnyk. Spetsialna selektsiia. Monohrafiia. [Sunflower. Special selection. Monograph]. Kharkiv. SH NTM «Novyi kurs» [in Ukrainian].
2. Jocic S., Miladinovic D., Imerovski I. [et al]. Towards sustainable downy mildew resistance in sunflower. Helia. 2012. 35, N 56. P. 61–72.
3. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. (2016). Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May–3 June). Edirne, 71–87.
4. Shindrova P. (2010). Investigation on the race composition of downy mildew (Plasmopara halstedii Farl. Berlese et de Toni) in Bulgaria during 2007–2008. Helia, 33, 52, 19–24.
5. Shirshikar S. P. (2005). Present status of sunflower downy mildew disease in India. Helia, 28, 43, 153–158.
6. Baldini M., Danuso F., Turi M. [et al]. (2006). Downy mildew (Plasmopara halstedii) infection in high oleic sunflower hybrids in Northern Italy. Helia, 29, 45, 19–32.
7. Shirshikar S. P. (2008). Response of newly developed sunflower hybrids and varieties to downy mildew disease. Helia, 31, 49, 19–26.
8. Cantamutto M. (2010). The Argentine wild Helianthus annuus L. genetic resource. Helia, 33, 52, 47–62.
9. Roeckel-Drevet P., Can. J. (2003). Molecular variability of sunflower downy mildew, Plasmopara halstedii, from different continents. Microbiol, 49, 492–502.
10. Berezhenko Zh. I., Shuhurova N. O., Demianenko T. T. (2006). Stiikist linii soniashnyku proty poshyrenykh ras nespravzhnoi boroshnystoi rosy. [Resistance of sunflower lines to common powdery mildew races]. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu oliinykh kultur – Scientific and Technical Bulletin of the Oilseeds Institute, 11, 132–134 [in Ukrainian].

11. Tsygankova V.A., Galkin A.P., Galkina L.O. [et al]. (2011). Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development. New plant growth regulators: basic research and technologies of application. Kyiv: Nichlava, 94–152 [in Ukrainian].
12. Debaeke P., Casadebaig P., Flenet F., Langlade N. (2016). Sunflower crop and climate change in Europe: vulnerability, adaptation and mitigation potential. Proceedings of 19th the International Sunflower Conference (29 May – 3 June 2016). Edirne, 71–87.
13. Okhorona prav na sorty roslyn. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv tekhnichnykh ta kormovykh kultur. Soniashnyk (2003). [Protection of plant variety rights. Methodology for conducting qualification examination of varieties of industrial and fodder crops. Sunflower]. Kyiv. Alefa, 18–40 [in Ukrainian].
14. Horiainova V.V., Stankevych S.V., Batova O.M., Zhukova L.V. Zahalna fitopatolohiia [General phytopathology]. Zhytomyr: PP «Ruta», 2023 [in Ukrainian].
15. Zhukova L.V., Stankevych S.V., Turenko V.P., Horiainova V.V., Batova O.M. Patolohiia nasinnia silskohospodarskykh kultur [Pathology of agricultural crop seeds]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta», 2023 [in Ukrainian].
16. Stankevych S.V., Polozhenets V.M., Nemerytska L.V., Zhuravska I.A. Monitorynh khvorob silskohospodarskykh kultur [Crop disease monitoring]. Zhytomyr: Vydavnytstvo «Ruta», 2022 [in Ukrainian].

Стороженко Д.С. Скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси

Мета статті – провести скринінг зразків соняшнику за стійкістю до несправжньої борошнистої роси для їхнього подальшого використання у селекції та насінництві. **Методи та матеріали досліджень.** Дослідження проводили в 2021–2024 рр. у науковій сівозміні Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН Харківського району Харківської області в північно-східній частині Лівобережного Лісостепу України. Методологічною основою дослідження є: емпіричні (польові відбори; лабораторні досліди; вимірювання показників об'єкту дослідження), теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень); статистичний; математичний. **Результати досліджень.** За результатами чотирирічних досліджень (2021–2024 рр.) встановлено, що серед досліджуваного матеріалу групу високостійких до несправжньої борошнистої роси соняшнику склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Їх ураженість НБР в роки досліджень складала 0,0 % і відповідний бал стійкості до патогена був 0. Стійкими до збудника хвороби були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Їх рівень ураження патогеном не перевищував 10,0 % а відповідний бал стійкості був 1. Середню стійкість до НБР показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Вона мала бал стійкості 2, а ураженість патогеном даного зразка була на рівні 24,0 %. У результаті польових досліджень протягом 2021–2024 років в лабораторних умовах було проведено дослідження щодо стійкості зразків соняшнику до збудника несправжньої борошнистої роси а також їх диференціація за групами стійкості. Так, групу стійких зразків в умовах лабораторії склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А та батьківський компанент Х1814В. Рівень їх ураженості збудником не перевищущвав 10,0 % і відповідний бал стійкості був 1. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Рівень їх ураження збудником не перевищував 21,0 %, бал стійкості був 2. **Висновки**. За результатами польових досліджень до групи високостійких до пероноспорозу соняшника склали гібриди Кадет та Ярило а також батьківська форма гібриду Х1814В. Стійкими до патогена були дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також гібрид Космос. Середню стійкість до збудника хвороби показала лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А. Групу стійких зразків у лабораторних умовах склали гібрид Кадет, дві лінії закріплювачі стерильності пилку Сх66А та Сх588А та батьківський компанент Х1814В. До середньостійких було віднесено гібриди Ярило та Космос, два батьківських компонента гібридів Х526В та Х2283В а також лінія закріплювач стерильності пилку ОдОл1А.

Ключові слова: соняшник, хвороби, патогени, стійкість, скринінг, несправжня борошниста роса.

Storozhenko D.S. Screening of sunflower samples for resistance to downy mildew

The purpose of the article is to screen sunflower samples for resistance to downy mildew for their further use in breeding and seed production. **Research methods and materials.** The research was conducted in 2021–2024 in the scientific crop rotation of the V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production of the Kharkiv District of the Kharkiv Region in the northeastern part of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. The methodological basis of the research is: empirical (field sampling; laboratory experiments; measurement of indicators of the research object), theoretical (hypothesis formulation and formation of conclusions based on research results); statistical; mathematical. **Research results.** According to the results of four-year studies (2021–2024), it was found that among the studied material, the group of highly resistant to downy mildew of sunflower was made up of the Kadet and Yarilo hybrids, as well as the parental form of the X1814V hybrid. Their NBR infection during the years of research was 0.0% and the corresponding pathogen resistance score was 0. Two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, two parental components of the X526V and X2283V hybrids, as well as the Cosmos hybrid, were resistant to the pathogen. Their level of pathogen infection did not exceed 10.0% and the corresponding resistance score was 1. The pollen sterility fixer line OdOl1A showed average resistance to NBR. It had a resistance score of 2, and the pathogen infection of this sample was at the level of 24.0%. As a result of field research during 2021–2024, a study was conducted in laboratory conditions on the resistance of sunflower samples to the pathogen of downy mildew, as well as their differentiation by resistance groups. Thus, the group of resistant samples in laboratory conditions consisted of the Kadet hybrid, two pollen sterility fixer lines Cx66A and Cx588A, and the parental component X1814B. The level of their infection by the pathogen did not exceed 10.0% and the corresponding resistance score was 1. The hybrids Yarilo and Kosmos, two parental components of the hybrids X526B and X2283B, as well as the pollen sterility fixer line ОдОл1А were classified as moderately resistant. The level

of their infection by the pathogen did not exceed 21.0%, the resistance score was 2. **Conclusions.** According to the results of field studies, the group of highly resistant to sunflower downy mildew included the Kadet and Yarilo hybrids, as well as the parental form of the X1814V hybrid. Two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, two parental components of the X526V and X2283V hybrids, as well as the Cosmos hybrid, were resistant to the pathogen. The pollen sterility fixer line OdOl1A showed average resistance to the pathogen. The group of resistant samples in laboratory conditions included the Kadet hybrid, two pollen sterility fixer lines Sx66A and Sx588A, and the parental component X1814V. The Yarilo and Cosmos hybrids, two parental components of the X526V and X2283V hybrids, as well as the pollen sterility fixer line OdOl1A, were classified as moderately resistant.

Key words: sunflower, diseases, pathogens, resistance, screening, downy mildew.

УДК 631.8:633.14-152.75:633.11
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.23

АКТИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ОЗИМОГО ТРИТИКАЛЕ ЗА ОБРОБКИ ПО ТЕХНОЛОГІЇ ДР ГРІН

СТОРОЖУК Ю.В. – аспірант
orcid.org/0009-0000-6757-0057
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Тритикале *(Triticosecale)* – зернова культура, створена людиною шляхом гібридизації пшениці та жита. Тритикале має підвищену морозостійкість, стійкість до хвороб, не вимоглива до родючості ґрунту. Вирощування тритикале озимого сприяє отримання високої і стабільної врожайності зерна.

Посівні площі тритикале незначні, так за даними державної служби статистики України площа озимого і ярого тритикале в 2022 р. становила 11 тис. га, зібраний урожай – біля 40 тис. т [1].

Тритикале переважно використовують, як кормову культуру, що містить велику кількість поживних речовин, необхідних для годівлі сільськогосподарських тварин [2], але в останні роки за рахунок створення сучасних сортів тритикале в країнах світу досить широко використовують у різних напрямах переробки, зокрема у харчових цілях, виробництва біоетанолу тощо [3].

Зважаючи на високі адаптивні властивості до умов вирощування та генетичний потенціал тритикале може забезпечити вирішення проблеми нарощування виробництва зерна в умовах України. Подальше підвищення продуктивності цієї культури потребують постійного вдосконалення технології її вирощування з використанням новітніх наукових розробок [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтенсифікація технології вирощування тритикале озимого призвела до значного зростання продуктивності нових сортів, які не тільки високоврожайні, а й стійкі до несприятливих абіотичних факторів середовища, добре реагують на збалансоване живлення елементами, засоби захисту тощо [5, 6, 7]. Технологія вирощування культури має бути адаптивною. Її елементи диференціюють відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних, господарських і економічних умов та стану агрофітоценозу [8].

Система удобрення із внесенням їх перед посівом є головним напрямком підвищення продуктивності тритикале озимого. Підживлення має високу ефективність в умовах, коли доступність елементів живлення з ґрунту обмежена або коли погодні умови сприяють зниженню поглинання поживних речовин кореневою системою рослин. Застосування підживлень сприяє зростанню урожайності, оптимізує живлення рослин тритикале в період вегетації в конкретних погодно-кліматичних умов року. Використання підживлень у системі удобрення тритикале озимого сприяє поглинанню елементів живлення усіма надземними частинами, в тому числі листовою поверхнею та стеблом, особливо це важливо для критичних періодів росту та розвитку рослин, коли необхідно забезпечити оптимальне та збалансоване живлення рослин тритикале. Оптимальна доза мінеральних добрив, що використовується для вирощування тритикале озимого має бути визначено з урахуванням особливостей сорту та запланованого рівня врожайності, погодних умов, родючості ґрунтів, технологічних особливостей вирощування культури. Важливим агротехнічним заходом забезпечення рослин макро- і мікроелементами впродовж вегетації є саме позакореневі підживлення.

Саме рівень живлення значною мірою впливає на наростання надземної біомаси, у тому числі кількості і площі листків у її складі. Це встановлено за вирощування багатьох сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої [9]. Дослідження можливості регулювання площі листкової поверхні посіву тритикале озимого за рахунок оптимізації живлення рослин, які сприятимуть покращенню накопичення органічної речовини за рахунок фотосинтетичної активності рослин, є актуальними та необхідними.

Наразі на внутрішньому ринку є велика пропозиція вітчизняних і зарубіжних виробників добрив із вмістом мікроелементів, ефективність використання яких доведена науковими дослідженнями у різних ґрунтово-кліматичних зонах, як для допосівної обробки насіння, так і для позакореневого обприскування. Зокрема, в умовах Західного Лісостепу, урожайність і якість зерна тритикале озимого зростали за позакореневого підживлення рослин сечовиною на фоні внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ до сівби + N_{30} в II етапі органогенезу [10].

В науковій праці Білітюк А.П., відмічається, що найкращий ефект від застосування оптимальної дози азоту в нормі $N_{90\text{-}120}$ на ґрунтах з вмістом гумусу 1,9–2,0% спостерігається за разового внесення на посівах озимого тритикале весною, що підвищує коефіцієнт використання азоту на 4–10% і забезпечує приріст урожайності зерна на 4–5% порівняно з внесенням на початку весняної вегетації рослин [11].

Зростання продуктивності агроценозів тритикале озимого пов'язують із підвищенням активності та ефективності роботи асиміляційного апарату рослин. Останнім часом інтенсивно вивчають питання взаємозв'язку зернової продуктивності з ефективністю роботи фотосинтетичного апарату. Важливу роль у цьому відведено новим препаратам: які мають мікроелементи та амінокислоти і здатні брати участь в окисно-відновних процесах, фотосинтезі, азотному й вуглеводному обмінах, подовжують тривалість життя рослин, сприяють мобілізації резервів потенціалу продуктивності [13].

Науковці Адамень Ф. Ф., Радченко Л. А., Женченко К. Г., стверджують, що площа листкового апарату – це одна

з найважливіших умов для отримання високого врожаю сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим формується оптично біологічна структура посівів з відповідною площею асиміляційної поверхні рослин і визначається ефективність функціонування її стосовно використання сонячної енергії [14]. Для одержання високого врожаю оптимальна площа листкової поверхні повинна бути не менше 40–50 тис. м^2/га. Але останнім часом, із впровадженням нових сортів, а також підвищенням рівня культури землеробства більшість науковців схиляються до думки, що оптимальною площею листкової поверхні пшениці озимої є 50–60 тис. м^2/га. За результатами досліджень встановлено, що в середньому за три роки приріст площі листків пшениці озимої коливався в межах 0,6–5,5 тис. м^2/га залежно від сорту, способу обробки та препарату [15].

Зважаючи на те, що для отримання високих і сталих урожаїв зерна тритикале озимого досить важливим є комплексний підхід до вирощування культури, актуальним є питання дослідження впливу мікроелементів на ріст, розвиток і формування площі листкової поверхні тритикале.

Мета досліджень передбачала вивчення впливу мінеральних добрив в тому числі мікродобрив на формування площі листкової поверхні за вирощування на сірих лісових грунтах Правобережного лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження з вивчення реакції на мінеральне живлення сортів тритикале озимого оригінатором, яких є Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН, розпочали у 2022 році у Вінницькому національному аграрному університеті.

Ґрунт на дослідній ділянці – типовий для даної зони – сірий лісовий середньо-суглинковий. Уміст гумусу в орному шарі становить 2,18%, лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 6,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чиріковим) – 14,9 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Чиріковим) – 9,0 мг/100 г ґрунту. Гідролітична кислотність становить 1,15 мг-екв./100 г ґрунту. За обмінною кислотністю pH сол. 5,8 ґрунт слабо-кислий.

Технологія вирощування тритикале озиме, крім досліджуваних чинників, є загальноприйнятою для зони Правобережного Лісостепу.

В дослідах висівали сорти тритикале озимого Богодарське та Божич. Норма висіву тритикале в одновидових посівах становила 4,0 млн/га схожих насінин. Мінеральні добрива вносили восени у передпосівну культивацію у вигляді Polifoska 8 – N_{20} кг/га д.р. (зі співвідношенням елементів $N_8P_{24}K_{24}S_9$). Обробку насіння мікродобривом Dr Green PRIME проводили перед посівом. Навесні після відновлення вегетації проводили підживлення мінеральним добривом Saletrosan 26 + N_{90} ($N_{26}S_{32,5}$). Позакореневе підживлення рослин в такій послідовності: Dr Green Старт+Dr Green Зернові – ВВСН код 30 (початок виходу в трубку); Dr Green Енергія+Dr Green Зернові – ВВСН код 37 (вихід в трубку); Dr Green Якість+Dr Green Зернові – ВВСН код 59 (перед цвітінням).

Схема досліду включала: контроль (без добрив); $N_{52}S_{65}$ (фон) – весняне підживлення; $N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон; Фон + обробка насіння; Фон + обробка насіння + перше підживлення; Фон + обробка насіння + два підживлення; Фон + обробка насіння + три підживлення.

Посівна площа ділянки – 24,0 м^2, облікова – 20 м^2. Повторність досліду – триразова. Розміщення варіантів систематичне – послідовне.

Погодні умови відрізнялись від багаторічних показників та характеризувались сприятливими для сівби тритикале озимого. Восени 2022 р. у жовтні випало 22,6 мм за середньомісячної температури повітря 9,9 °С, що було достатньо для одержання рівномірних та дружніх сходів. Погодні умови весни 2023 року за показниками середньомісячної температури повітря 8,5 °С та достатньої кількості вологи у квітні 93 мм, з підвищення температури у травні до 12,5 °С сприяли інтенсивному росту і розвитку рослин у агрофітоценозах.

Після відновлення весняної вегетації проходження мікростадій у рослин залежало від гідротермічних ресурсів весняного періоду. Збільшення середньодобової температури в період вегетації сприяла прискоренню проходження фаз росту і розвитку тритикале озимого. За погодних умов 2023 року сорти тритикале озимого Божич та Богодарське фази повного колосіння досягали через 67–69 діб.

Кількість пагонів, відібраних для аналізів, у пробі становила 45 шт. по п'ятнадцять у кожній із трьох повторень. Визначення проводили у фази прапорцевого листка, колосіння. Датою настання фенологічної фази вважали день, коли її спостерігали у 75% головних пагонів рослин. Площу асиміляційної поверхні визначали методом висічок.

Добрива ДР ГРІН мають свою високу ефективність завдяки новаторським формулам MicroActive™ та MacroActive™. Вміщені в них певним чином вибрані та взаємодоповнюючі органічні речовини трансформують поживні компоненти в форми, що успішно споживає рослина. Сучасні активуючі формули MicroActive™ та MacroActive™ це також склад амінокислот та вітамінів застосовані у відповідній кількості мають вплив на ряд важливих процесів та функцій в рослині. Додатково, завдяки стабілізатору pH (біля 4,3), що входить до складу, добрива ДР ГРІН характеризуються високою засвоюваністю та змішуванням. Використовуючи технологію листового підживлення ДР ГРІН, взявши до уваги мікро та макроелементний склад добрива, рослина отримує склад амінокислот та вітамінів, що виконують функції стимуляторів та антистресантів.

Застосування технології ДР ГРІН на початкових стадіях розвитку інтенсифікує процеси формування кореневої системи; підвищує рівень використання поживних складових, що знаходяться в ґрунті. Стимулюють рослини до правильного росту та розвитку, активізують більшість процесів метаболізму в рослині, інтенсифікують процеси цвітіння та формування плодів/насіння, підвищують біологічну цінність с/г продукції, підвищують стійкість рослин до стресових факторів (посуха, надлишок вологи в ґрунті, низькі температури, шкідники), якісно покращують мікрофлору ґрунту, підвищують вміст хлорофілу в рослинах, інтенсифікують процеси фотосинтезу.

Методи дослідження: польовий – для визначення реакції рослин тритикале озиме на чинники, що

досліджувалися; морфофізіологічний – для одержання біометричних параметрів рослин; площу асиміляційної поверхні листків визначали розрахунковим методом – множенням довжини листкової пластинки на її ширину і коефіцієнт 0,67; математично-статистичний – з'ясування вірогідності результатів польових дослідів.

Результати досліджень. Визначення площі листкової поверхні протягом вегетації у різні фази розвитку тритикале озиме показало високу залежність даного показника від сортових особливостей і від рівня мінерального живлення. Аналізуючи вплив досліджуваних факторів, зазначимо, що на початку вегетації площа листкової поверхні зростала досить повільно і досягала свого максимуму наприкінці виходу рослин в трубку, після чого знову зменшувалася за рахунок відмирання листків та відтоку з них поживних речовин до генеративних органів. Виявлено, що мінеральні добрива та мікродобрива значно впливали на формування площі листкової поверхні рослин тритикале озиме в усі фази їх розвитку.

Площа асиміляційної поверхні листків озимих зернових визначаються умовами вирощування адже розміри сформованої листкової поверхні та тривалість її активної діяльності безпосередньо впливають на кількість та інтенсивність накопичення рослинами органічної сухої речовини [16].

На час вегетації рослин тритикале озимого необхідно створити найсприятливіші умови живлення, щоб рослини мали можливість сформувати оптимальну площу листкової поверхні для подальшої ефективної фотосинтетичної діяльності агроценозу. Важливе питання у формування високопродуктивних посівів є визначення можливості максимального накопичення рослинами органічної речовини в процесі фотосинтезу. Створення таких умов для росту і розвитку рослин, за яких листковий апарат міг би функціонувати з найвищою продуктивністю.

Застосування позакореневих підживлень макро- та мікродобривами позитивно впливало на площу листкової поверхні рослин тритикале озимого. В середньому за 2022–2023 рр. більшою площею листкової поверхні у фазу колосіння характеризувались рослини Застосування позакореневих підживлень сприяло поступовому підвищенню площі листкової поверхні рослин тритикале озимого.

Оскільки мікродобрива за технологією ДР ГРІН можуть впливати на розмір листків рослин, ми порівняли вплив обробок цими препаратами на динаміку двох сортів озимого тритикале в репродуктивний період їх розвитку. В результаті досліджень відмічено, що облистяність тритикале озимого сортів Божич і Богодарське на ділянках за мінерального живлення (N_{90}) була на рівні 15,75%. Найкращі показники облистяності тритикале озимого були відмічені на ділянках (Фон + обробка насіння + 2 підживлення) сорту Божич – 19,83%, а сорту Богодарське на ділянках (Фон + обробка насіння + 3 підживлення) – 18,95% (табл. 1).

Виявлено, що рослини тритикале озимого сорту Богодарське та Божич у фазі повного колосіння мали площу листя 34,23–46,67 м^2/га на мінеральному фоні живлення (N_{90}). На ділянках на мінеральному фоні живлення ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) площі листя сортів тритикале озимого збільшилась і становила 39,08–47,22 м^2/га. Додаткове проведення передпосівної обробки насіння тритикале та проведення першого позакореневого підживлення практично не вплинули на збільшення площі листя в сорту Божич, а от в сорту Богодарське спостерігалось збільшення площі листя на 3,23 м^2/га до показнику 37,46 м^2/га. У сорту тритикале озимого Богодарське відмічено збільшення площі листя рослин за другого-третього підживлення на 10,33 м^2/га відповідно до 41,44–44,56 м^2/га. У сорту Божич за другого-третього підживлення показники площі листя більші на 3,42 м^2/га до фону (N_{90}), але майже однакові між собою і становили 50,09–49,48 м^2/га (табл. 1).

Таким чином, внесення мінеральних добрив та позакореневе підживлення мікродобривами суттєво впливають на показники площі листя тритикале озимого, а в подальшому сприяють підвищенню врожайності та якості зерна тритикале.

Таблиця 1

Площа листя тритикале озимого залежно від удобрення та позакореневого підживлення, (середнє 2022–2023 рр.)

Сорт	Удобрення	Облистяність, %	Площа листя, тис м^2/га
Божич	Контроль (без добрив)	12,74	31,06
	$N_{52}S_{65}$ (Фон)	15,75	46,67
	$N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон	15,69	47,22
	Фон + обробка насіння	16,98	46,08
	Фон + обробка насіння + перше підживлення	17,39	44,90
	Фон + обробка насіння + два підживлення	19,83	50,09
	Фон + обробка насіння + три підживлення	17,27	49,48
Богодарське	Контроль (без добрив)	11,32	30,29
	$N_{52}S_{65}$ (Фон)	16,09	34,23
	$N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон	15,00	39,08
	Фон + обробка насіння	17,35	37,46
	Фон + обробка насіння + перше підживлення	16,00	36,98
	Фон + обробка насіння + два підживлення	18,18	41,44
	Фон + обробка насіння + три підживлення	18,95	44,56

Висновки. Встановлено, що на сірих лісових ґрунтах мінеральні добрива та мікродобрива позитивно впливали на формування облистяності та площу листя тритикале озиме. Найбільша площа листкової поверхні (29,42 тис. м^2/га) сформувалася у фазу прапорцевого листка за використання мінерального живлення ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) не значно збільшило площу листя у сорті Божич на 1,2% по відношенню до фону. А от в сорті Богодарське спостерігалось значне збільшення площі листя на 14% до фону що говорить про те, що сорт більш інтенсивний.

Дві позакореневі обробки по технології ДР ГРІН у сорті Божич збільшили показники площі листя на 7,3%, а в сорті Богодарське на 21% по відношенню до фону. Третя позакоренева обробка в сорті Божич була більша на 6% до фону, а от в сорті Богодарське збільшення площі листя було максимальним 30% до фону.

Попередньо виявлено, що застосування технології ДР ГРІН для позакореневого підживлення за основними фазами росту і розвитку спрямовано на збільшення площі листя рослини озимого тритикале при другому та третьому обробітку. А ось додаткове проведення передпосівної обробки насіння та проведення першого позакореневого підживлення є мало ефективним для впливу на збільшення листової поверхні та площі листя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами та по регіонах. Архів 2022. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/ operativ2022/sg/pvzu/arch_pvxu.htm (дата звернення 25.07.2024 р.).
2. Habtamu A., Tadele T. K., Twain J. B., XueFeng M. Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States. Front Plant Sci. 2018. № 9. P. 1130. DOI : 10.3389/fpls.2018.01130
3. Левченко О. С., Голик Л. М., Штакал М. І., Березовський О. В. Створення сортів тритикале озимого різного цільового призначення. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 12 (849). С. 58–63. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-08
4. Савчук О. І., Мельничук А. О., Дребот О. В. Вплив системи удобрення на продуктивність тритикале озимого (Triticosecale witt.) в умовах осушуваного дерново-підзолистого ґрунту Полісся. *Зернові культури.* Том 6. № 1. 2022. С. 116–123. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0214
5. Волощук О. П., Волощук І. С., Глива В. В., Ковальчук О. І. Сортові ресурси, як фактор збільшення об'ємів виробництва високоякісного насіння тритикале озимого. *Збалансоване природокористування*. 2017. № 4. С. 53–58.
6. Пірич А. В., Федоренко М. В., Федоренко І. В., Кузьменко Є. А., Близнюк Р. М. Адаптивний потенціал селекційних ліній тритикале озимого (×Triticosecale Wittmack) в умовах Лісостепу України. *Зернові культури.* 2023. Том 7. № 1 С. 28–36. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0255
7. Єгупова Т. В., Романюк П. В. Сучасні технології вирощування тритикале озимого в Правобережному Лісостепу. *Вісник аграрної науки.* 2020. № 7 (808). С. 31–37. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04.
8. Юла В. М. Адаптивні технології вирощування зернових культур в Лісостепу. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів; за ред. В. Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2013. С. 255–267.
9. Hyrka, A. D., Tkalich, I. D., Sydorenko, Yu. Ya., Bochevar, O. V., Ilienko, O. V., & Mamiedova, E. I. The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use. Grain Crops. 2017. 1(1). С. 59–65.
10. Ювчик Н. О. Фотосинтетична діяльність пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування на дерново-підзолистому ґрунті в умовах Західного Полісся. *Зернові культури*. Том 7. № 1. 2023. С. 184–189. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0275
11. Білітюк А. П. Ріст і розвиток рослин тритикале залежно від впливумінеральних добрив. *Вісник аграрних науки.* 2002. № 8. С. 23–27.
12. Свідерко М. Є., Шувар А. М., Беген Л. Л. Ефективність позакореневого підживлення тритикале озимого. *Агротехнічні основи підвищення ефективності виробництва зерна тритикале у різних зонах України* : матеріали наук.-прак. конф., 16–17 черв. 2010 р. Рокині : 2010. С. 119–124.
13. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Вміст білка і клейковини у зерні тритикале озимого за використання біологічно активних речовин. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 82. С. 14–18.
14. Адамень Ф. Ф., Радченко Л. А, Женченко К. Г. Особливості фотосинтетичної діяльності рослин пшениці різних біотипів. *Вісник аграрної науки*. № 6. (698). 2011. С. 16–20.
15. Шейко Д.В. Фотосинтетичний потенціал сортів пшениці озимої залежно від способів застосування біологічно активних препаратів в умовах Західного Лісостепу. *Аграрні інновації.* 2023. № 19. С. 115-119. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.18
16. Солодушко М. М., Безсусідня Ю. В. Фотосинтетична діяльність рослин жита озимого (Secale cereale L.) залежно від умов вирощування в Північному Степу України. *Зернові культури.* 2023. Том 7. № 1. С. 138-145. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0269

REFERENCES:

1. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. (2022). Ploshchi, valovi zbory ta urozhaynist silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy ta po rehionakh. Arkhiv. [State Statistics Service of Ukraine. Areas, gross harvests, and yields of agricultural crops by their types and regions]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2022/sg/pvzu/arch_pvxu.htm. (data zvernennia 25.07.2024 r.). [in Ukrainian].
2. Habtamu, A., Tadele, T.K., Twain, J.B., XueFeng, M. (2018). Triticale Improvement for Forage and Cover Crop Uses in the Southern Great Plains of the United States: Front Plant Sci. 9. R. 1130. DOI: 10.3389/fpls.2018.01130
3. Levchenko, O.S., Holyk, L.M., Shtakal, M.I., Berezovskyy, O.V. (2023). Stvorennia sortiv trytykale

ozymoho riznoho tsilovoho pryznachennia: Visnyk ahrarnoyi nauky. [Creation of winter triticale varieties for different purposes.]. 12 (849). 58–63. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-08
4. Savchuk, O. I., Melnychuk, A. O., Drebot, O. V. (2022). Vplyv systemy udobrennia na produktyvnist trytykale ozymoho (Triticosecale witt.) v umovakh osushuvanoho dernovo-pidzolystoho gruntu Polissia: Zernovi kultury. [The impact of fertilization systems on the productivity of winter triticale (Triticosecale Witt.) under conditions of drained sod-podzolic soil in the Polissya region]. Zhytomyr: 6, 1, 116–123. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0214
5. Voloshchuk, O. P., Voloshchuk, I. S., Hlyva, V. V., Kovalchuk, O. I. (2017). Sortovi resursy, yak faktor zbilshennia obiemiv vyrobnytstva vysokoiakisnoho nasinnia trytykale ozymoho: Zbalansovane pryrodokorystuvannya. [Varietal resources as a factor in increasing the volume of high-quality winter triticale seed production]. 4, 53–58. [in Ukrainian].
6. Pirych, A.V., Fedorenko, M.V., Fedorenko, I.V., Kuzmenko, Ye.A., Blyznyuk, R.M. (2023). Adaptyvnyi potentsial selektsiinykh linii trytykale ozymoho (×Triticosecale Wittmack) v umovakh Lisostepu Ukrainy: Zernovi kultury. [Adaptive potential of winter triticale (×Triticosecale Wittmack) breeding lines under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine]. 7, 1, 28–36. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0255
7. Yehupova, T.V., Romanyuk, P.V. (2020). Suchasni tekhnolohii vyroshchuvannia trytykale ozymoho v Pravoberezhnomu Lisostepu: Visnyk ahrarnoyi nauky. [Modern technologies for growing winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe]. 7, 808, 31–37. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk 202007-04.
8. Yula, V.M., za red. Kaminskoho, V.F. (2013). Adaptyvni tekhnolohii vyroshchuvannia zernovykh kultur v Lisostepu. Adaptyvni systemy zemlerobstva i suchasni ahrotekhnolohii – osnova ratsionalnoho zemlekorystuvannia, zberezhennia i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv: vydavnyche pidpryiemstvo EDELVEIS [Adaptive technologies for growing grain crops in the Forest-Steppe. Adaptive farming systems and modern agricultural technologies – the basis of rational land use, conservation and reproduction of soil fertility], Kyyiv. 255–267. [in Ukrainian].
9. Hyrka, A.D., Tkalich, I.D., Sydorenko, Yu.Ya., Bochevar O.V., Ilienko, O.V., & Mamiedova, E.I. (2017). Formuvannia vrozhainosti ta yakosti zerna yachmeniu yaroho zalezhno vid rehuliatoriv rostu i udobrennia: Zernovi kultury. [The spring barley yield and grain quality formation in dependence of growth regulators and fertilizers use]. Vinnytsia: 1(1), 59–65. [in Ukrainian].
10. Yuvchyk, N. O. (2023). Fotosyntetychna diialnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid udobrennia ta vapnuvannia na dernovo-pidzolystomu grunti v umovakh Zakhidnoho Polissia: Zernovi kultury. [Photosynthetic activity of winter wheat depending on fertilization and liming on sod-podzolic soil under the conditions of Western Polissya]. 7, 1, 184–189. [in Ukrainian] DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0275
11. Bilityuk, A.P. (2002). Rist i rozvytok roslyn trytykale zalezhno vid vplyvu mineralnykh dobryv: Visnyk ahrarnykh nauk. [Growth and development of triticale plants depending on the influence of mineral fertilizers]. 8, 23–27. [in Ukrainian].
12. Sviderko, M.Ye., Shuvar, A.M., Behen, L.L. (2010). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennya trytykale ozymoho. Ahrotekhnichni osnovy pidvyshchennya efektyvnosti vyrobnytstva zerna trytykale u riznykh zonakh Ukrayiny: materialy nauk.-prak. konf. [Effectiveness of foliar nutrition in winter triticale. Agronomic foundations for increasing the efficiency of triticale grain production in different regions of Ukraine]. 16–17 cherv. 2010 r. Rokyni: [B. v.], 119–124. [in Ukrainian].
13. Karpenko, V.P., Prytulyak, R.M., Cherneha, A.O. (2013). Vmist bilka i kleikovyny u zerni trytykale ozymoho za vykorystannia biolohichno aktyvnykh rechovyn: Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. [Protein and gluten content in winter triticale grain with the use of biologically active substances], 82, 14–18. [in Ukrainian].
14. Adamen, F.F., Radchenko, L.A, Zhenchenko, K.H. (2011). Osoblyvosti fotosyntetychnoi diialnosti roslyn pshenytsi riznykh biotypiv: Visnyk ahrarnoyi nauky. [Features of photosynthetic activity in wheat plants of different biotypes]. 6, 698, 16–20. [in Ukrainian].
15. Sheyko, D.V. (2023). Fotosyntetychnyi potentsial sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid sposobiv zastosuvannia biolohichno aktyvnykh preparativ v umovakh Zakhidnoho Lisostepu: Ahrarni innovatsii. [Photosynthetic potential of winter wheat varieties depending on methods of applying biologically active substances under the conditions of the Western Forest-Steppe]. 19, 115-119. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov. 2023.19.18
16. Solodushko, M.M., Bezsusidnya, Yu.V. (2023). Fotosyntetychna diialnist roslyn zhyta ozymoho (Secale cereale L.) zalezhno vid umov vyroshchuvannia v Pivnichnomu Stepu Ukrainy: Zernovi kultury. [Photosynthetic activity of winter rye plants (Secale cereale L.) depending on growing conditions in the Northern Steppe of Ukraine]. 7, 1, 138-145. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.31867/2523-4544/0269

Сторожук Ю.В. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимого тритикале за обробки по технології ДР ГРІН

Мета досліджень передбачала вивчення впливу мінеральних добрив в тому числі мікродобрив на формування площі листкової поверхні за вирощування на сірих лісових грунтах Правобережного лісостепу України. **Матеріали та методика досліджень.** В дослідах висівали сорти тритикале озимого Богодарське та Божич. Норма висіву тритикале в одновидових посівах становила 4,0 млн/га схожих насінин. Мінеральні добрива вносили восени у передпосівну культивацію у вигляді Полифоска 8 – N_{20} кг/га д.р. (зі співвідношенням елементів $N_8P_{24}K_{24}S_9$). Обробку насіння мікродобривом Dr Green PRIME проводили перед посівом. Навесні після відновлення вегетації проводили підживлення мінеральним добривом Saletrosan 26 + N_{90} ($N_{26}S_{32,5}$). Позакореневе підживлення рослин в такій послідовності: Dr Green Старт+Dr Green Зернові – ВВСН код 30 (початок виходу в трубку); Dr Green Енергія+Dr Green Зернові – ВВСН код 37 (вихід в трубку); Dr Green Якість+Dr Green Зернові – ВВСН код 59 (перед цвітінням). Схема досліду включала: контроль (без добрив); $N_{52}S_{65}$ (фон) – весняне підживлення; $N_{12}P_{36}K_{36}S_{13,5}$ + Фон;

Фон + обробка насіння; Фон + обробка насіння + перше підживлення; Фон + обробка насіння + два підживлення; Фон + обробка насіння + три підживлення. **Результати досліджень.** Обробка рослин мікроелементним комплексом ДР ГРІН позитивно впливала на листковий індекс посівів обох сортів тритикале озимого в окремі фази вегетації. За дії обробок збільшувались маса сухої речовини надземної частини рослин на одиницю площі посіву у фази прапорцевого листка та молочно-воскової стиглості, чиста продуктивність фотосинтезу протягом періоду прапорцевого листка молочно-воскова стиглість зерна, активність антиоксидантних ферментів хлоропластів порівняно з відповідними показниками рослин контрольних варіантів. Збільшення добового продукування біомаси одиницею листкової поверхні посіву підтвердило, що обробка рослин озимого тритикале мікродобривом ДР ГРІН сприяла підвищенню активності їх фотосинтетичного апарату. Доведено, що зростання зернової продуктивності зумовлене оптимізацією площі асиміляційної поверхні на початку репродуктивного періоду та вищою активністю фотосинтетичного апарату озимого тритикале в період наливання зерна. В результаті досліджень відмічено, що облистяність тритикале озимого сортів Божич і Богодарське на ділянках за мінерального живлення (N_{90}) була на рівні 15,75%. Найкращі показники облистяності тритикале озимого були відмічені на ділянках (Фон + обробка насіння + 2 підживлення) сорту Божич – 19,83%, а сорту Богодарське на ділянках (Фон + обробка насіння + 3 підживлення) – 18,95%. У сорту тритикале озимого Богодарське відмічено збільшення площі листя рослин за другого-третього підживлення на 10,33 м^2/га відповідно до 41,44-44,56 м^2/га. У сорту Божич за другого-третього підживлення показники площі листя більші на 3,42 м^2/га до фону (N90), але майже однакові між собою і становили 50,09-49,48 м^2/га.

Висновки. Встановлено, що на сірих лісових ґрунтах мінеральні добрива та мікродобрива позитивно впливали на формування облистяності та площу листя тритикале озиме. Найбільша площа листкової поверхні (29,42 тис. м^2/га) сформувалася у фазу прапорцевого листка за використання мінерального живлення ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) не значно збільшило площу листя у сорті Божич на 1,2% по відношенню до фону. А от в сорті Богодарське спостерігалось значне збільшення площі листя на 14% до фону що говорить про те, що сорт більш інтенсивний. Дві позакореневі обробки по технології ДР ГРІН у сорті Божич збільшили показники площі листя на 7,3%, а в сорті Богодарське на 21% по відношенню до фону. Третя позакоренева обробка в сорті Божич була більша на 6% до фону, а от в сорті Богодарське збільшення площі листя було максимальним 30% до фону.

Ключові слова: агроценоз, тритикале, мінеральні добрива, позакореневе обприскування, облистяність, площа листя.

Storozhuk Yu.V. Photosynthetic apparatus activity and productivity of winter triticale under treatment with DR GRIN technology

The purpose of the research was to study the effect of mineral fertilizers, including microfertilizers, on the formation of leaf area when grown on gray forest soils of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Materials and methods of research. In the experiments, winter triticale varieties Bogodarske and Bozhych were sown. The seeding rate of triticale in single-species crops was 4.0 million/ha of germinating seeds. Mineral fertilizers were applied in the fall in the pre-sowing cultivation in the form of Polifoska 8 – N_{20} kg/ha d.p. (with a ratio of elements $N_8P_{24}K_{24}S_9$). Seeds were treated with Dr Green PRIME microfertilizer before sowing. In the spring, after the vegetation recovery, fertilizing with Saletrosan 26 + N_{90} ($N_{26}S_{32.5}$) mineral fertilizer was carried out. Foliar fertilization of plants in the following sequence: Dr Green Start+Dr Green Cereals – BBCH code 30 (beginning of the tube); Dr Green Energy+Dr Green Cereals – BBCH code 37 (tube); Dr Green Quality+Dr Green Cereals – BBCH code 59 (before flowering). The scheme of the experiment included: control (no fertilizers); $N_{52}S_{65}$ (background) – spring fertilization; $N_{12}P_{36}K_{36}S_{13.5}$ + Background; Background + seed treatment; Background + seed treatment + first fertilization; Background + seed treatment + two fertilizations; Background + seed treatment + three fertilizations. **Research results.** The treatment of plants with the microelement complex DR GRIN had a positive effect on the leaf index of both varieties of winter triticale in certain phases of vegetation. Under the influence of treatments, the weight of dry matter of the aerial part of plants per unit area of sowing increased in the phase of flag leaf and milk-wax ripeness, net productivity of photosynthesis during the period of flag leaf and milk-wax ripeness of grain, activity of antioxidant enzymes of chloroplasts compared to the corresponding indicators of plants of control variants. The increase in daily biomass production per unit of leaf surface of the crop confirmed that the treatment of winter triticale plants with DR GRIN microfertilizer contributed to the increase in the activity of their photosynthetic apparatus. It was proved that the increase in grain productivity was due to the optimization of the assimilation surface area at the beginning of the reproductive period and the higher activity of the photosynthetic apparatus of winter triticale during grain filling. As a result of the research, it was noted that the leaf area of winter triticale of Bozhych and Bogodarske varieties in the plots with mineral nutrition (N_{90}) was at the level of 15.75%. The best indicators of winter triticale foliage were noted in the plots (Background + seed treatment + 2 fertilizers) of Bozhych variety – 19.83%, and Bogodarske variety in the plots (Background + seed treatment + 3 fertilizers) – 18.95%. In the winter triticale variety Bogodarske, an increase in the leaf area of plants with the second or third fertilization by 10.33 m^2/ha was noted, respectively, to 41.44-44.56 m^2/ha. In the variety Bozhych, at the second or third fertilization, the leaf area was 3.42 m^2/ha higher than in the background (N_{90}), but almost the same and amounted to 50.09-49.48 m^2/ha.

Conclusions. It was found that on gray forest soils mineral fertilizers and micronutrient fertilizers had a positive effect on the formation of foliage and leaf area of winter triticale. The largest leaf surface area (29.42 thousand m^2/ha) was formed in the flag leaf phase when using mineral nutrition ($P_{36}K_{36}+N_{90}$) did not significantly increase the leaf area in the Bozhych variety by 1.2% compared to the background. But in Bogodarske variety there was a significant increase in leaf area by 14% compared to the background, which indicates that the variety is more intensive. Two foliar treatments using DR GRIN technology in Bozhych increased the leaf area by 7.3%, and in Bogodarske by 21% compared to the background. The third foliar treatment in the Bozhych variety was 6% higher than in the background, but in the Bogodarske variety the increase in leaf area was 30% higher than in the background.

Key words: agrocenosis, triticale, mineral fertilizers, foliar spraying, leaf area, leaf area.

УДК [633.179:620.925]:631.5:631.8:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.24

УРОЖАЙНІСТЬ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ НАСАДЖЕНЬ В АГРОЛОГІСТИЦІ ВИРОБНИЦТВА БІОМАСИ

ТЕТЕРЮК Р.С. – аспірант
orcid.org/0009-0003-1715-8824
Полтавський державний аграрний університет
КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0394-5846
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Сьогоденні реалії життя все більше переконують людство у необхідності використання поновлюваних джерел енергії. При цьому використання місцевого рослинного ресурсу розглядається як один із перспективних та альтернативних шляхів вирішення зростаючих проблем забезпечення доступної енергії населення нашої країни [1–3].

Адже, поряд із сільськогосподарськими, енергетичні культури формують більшу високу врожайність біомаси яку можливо використати як сировину для виробництва біопалив. А їх подальше використання за енргоконверсії для потреб територіальних громад дозволить знизити енергетичну залежність та підвищити добробут населення [4–6]. У зв'язку з чим, вбачаємо необхідність більш ширшого використання рослинного ресурсу енергетичних культур в нашій країні, що дозволить знизити залежність від зовнішніх непередбачуваних чинників та сприятиме розвитку власного виробництва біопалив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З усього загалу енергетичних культур науковці виокремлюють міскантус гігантський *(Miscanthus × giganteus J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize)*, як невибагливу рослину до умов вирощування, перспективну та високоврожайну за біомасою [7–9]. Визначено, що вихід енергії з біомаси буде більшим з енергоплантацій міскантусу гігантського, порівняно з посівами проса прутоподібного. Автори, цю залежність пов'язали з більшим виходом з насаджень міскантусу гігантського обсягу біомаси й біопалива та його енергоємністю [10].

Нашими попередніми дослідженнями встановлено, що врожайність енергетичних культур, в т.ч. і міскантусу формується за рахунок біометричних показників біопаливної частини рослин. Визначено, що найбільшу врожайність біомаси забезпечують: міскантус гігантський, просо прутоподібне, мальва гібридна та щавнат. Що також залежить від вмісту сухої речовини в біомасі під час збирання. Водночас, обґрунтовано те, що визначальним у формування врожайності біомаси енергокультур з родини тонконогові є висоти рослин та густота стеблостою [11].

Результатами досліджень інших авторів визначено, що мінливість кількісних показників енергетичних культур залежать і від елементів технології вирощування. Що пов'язують і з погодними умовами вегетаційного періоду та видовими особливостями культури при багаторічному циклі вирощування. При цьому автори відмічають збільшення кореневої системи, відростання нових пагонів зі сплячих бруньок та ін. [12].

Підживлення посівів також є важливим чинником збільшення врожайності за багаторічного вирощування енергетичних культур. Що досягається застосуванням різних доз і форм добрив, біологічно активних препаратів та способів й строків їх внесення на енергоплантаціях міскантусу [13].

У інших дослідженнях визначено ефективність сумісного вирощування бобових культур із просом прутоподібного [14], а також з міскантусом гігантським [15]. Що впливає як на збільшення врожайності біомаси цих енергокультур, так і на збільшення вмісту органічної речовини у ґрунті [16].

Встановлено, що сумісне вирощуванні міскантусу гігантського з бобовими культурами суттєво збільшує врожайність основного компоненту за сухою масою. При цьому прибавка врожаю культури на варіантах сумісного вирощування міскантусу з люпином становила у середньому за роки 1,2 т/га, за середньої врожайності 13,7 т/га. Прибавка врожаю біомаси міскантусу за вирощування з конюшиною та люцерною, порівняно із контролем (12,6 т/га) була 0,5 і 0,4 т/га за врожайності відповідно: 13,1 і 12,9 т/га [17].

Іншими дослідженнями обґрунтовано, що за вирощування міскантусу гігантського сумісно з люпином багаторічним у міжряддях й застосовування мікоризного препарату Мікофренд для позакореневої обробки рослин при весняному підживленні можливо суттєво збільшити врожай біомаси до 20,7 т/га [18].

Поряд з цим, М. М., Харитонов і М. Г. Бабенко встановили, що при вирощуванні міскантусу на маргінальних і рекультивованих земель та застосуванні добрив та іригації насаджень можливо отримати більшу врожайності культури порівняно з контролем [19].

Вищезазначені дослідження переконливо доводять необхідність збалансованого живлення рослин міскантусу гігантського. Адже встановлено, що з урожаєм 20 т/га сухої біомаси міскантус виносить з ґрунту: азоту – близько 60 кг, фосфору – 16 кг, та 80 кг калію [20]. Тому, підживлення насаджень цією культури є однією із умов отримання щорічно високого врожаю біомаси.

Таким чином, встановлення рівня врожайності біомаси міскантусу гігантського на основі способу вирощування та підживлення насаджень навесні дозволить забезпечити сталість виробництва біомаси цієї культури.

Метою дослідження є встановлення рівня врожайності біомаси міскантусу гігантського третього–п'ятого років вегетації залежно від весняного підживлення рослин азотом на фоні різних способів вирощування культури (одновидовий та бінарний).

Матеріали та методи. Експеримент здійснено в умовах центральної частини Лісостепу України на полях агровиробничого господарства при використанні методики дослідної справи в агрономії [21, 22]. Дослідження проведені з рослинами міскантусу гігантського зареєстрованого сорту Гулівер. Польовий експеримент трьохфакторний та поєднував вивчення наступних чинників:

– чинник А – рік (2020–2024 рр.): 2020–2022 рр. – третій рік вегетації, 2021–2023 рр. – четвертий рік вегетації, 2022–2024 рр. – п'ятий рік вегетації;

– чинник Б – вид насадження: Б.1 – одновидове вирощування (мононасадження міскантусу гігантського), Б.2. – бінарне вирощування міскантусу сумісно з багаторічним люпином (*Lupinus perennis L.*);

– чинник В – підживлення насаджень міскантусу гігантського: варіант 1 – без підживлення (контроль N_0), варіант 2 – весняне підживлення N_{30}, варіант 3 – весняне підживлення N_{60}, варіант 4 – весняне підживлення N_{90}, варіант 5 – весняне підживлення N_{120}.

Загальна площа ділянки становила 60 м^2, облікової – 50 м^2, загальна площа польового досліду – 960 м^2. Дослід закладався за рендомізованого розміщення ділянок в кожному із чотирьох повторень (рис. 1).

Обробіток ґрунту, догляд за насадженнями, облік кількісних показників міскантусу гігантського здійснювали відповідно затверджених наукових рекомендацій [23–25] та методик [26]. Весняне підживлення насаджень міскантусу третього–п'ятого років вегетації проводили аміачною селітрою на початку весняного відновлення вегетації рослин розрахунковою дозою добрив відповідно схеми експерименту.

Дисперсійний аналіз отриманих результатів досліджень здійснювали з використанням комп'ютерної програми *Statistica*.

Результати та обговорення. Кількість опадів і середньомісячні температури повітря за вегетаційні періоди міскантусу змінювалися в досить широких межах, що найбільш об'єктивно відображає гідротермічний коефіцієнт – ГТК (рис. 2).

Визначено, що протягом періоду вегетації міскантусу гігантського у 2024 році відмічена дуже сильна посуха (ГТК < 0,4), окремі роки (2020–2021 рр.) характеризувалися сильною посухою (ГТК = 0,4–0,5), а 2022 і 2023 роки – середньою посухою (ГТК = 0,6–0,7). Це дало можливість оцінити реакцію рослин досліджуваної культури на погодні умови періоду вегетації.

За результатами досліджень встановлено, що спосіб вирощування міскантусу гігантського та підживлення насаджень має суттєвий вплив на врожайність біомаси (табл. 1).

За результатами багаторічних досліджень встановлено, що врожайність сухої біомаси міскантусу гігантського залежить від способу вирощування культури та має чіткий тренд до щорічного збільшення від третього по п'ятий рік вегетації: від 15,2 до 23,7 т/га – у мононасадженнях, та від 16,8 до 24,8 т/га – у бінарних насадженнях (рис. 3).

Чіткі відмінності урожайності біомаси міскантусу гігантського за роками дослідження підтверджено статистичним обрахунками діаграми розмаху та наведено на коробковому графіку: «ящик з вусами» (рис. 4).

Діаграма розмаху вказує на величину мінливості за верхньою та нижньою межами квантиля, а відстань між різними частинами короба показують дисперсію вибірки. При цьому «вуса» трьох коробів не перекриваються, тому можна зробити припущення щодо суттєвої відмінності медіан та доказ статистично суттєвої різниці між ними в розрізі років дослідження. При цьому розмір варіації групи даних на третій рік – найбільший, з послідуючим зниженням на четвертий та п'ятий рік вегетації міскантусу гігантського.

У середньому за роки проведення досліджень урожайність біомаси міскантусу гігантського за

Чинник А: вегетаційний рік (2020–2024 рр.): третій – п'ятий							
Чинник Б (вид насадження):							
Одновидове вирощування (мононасадження міскантусу)				Бінарне вирощування (міскантус + люпин)			
Чинник В: підживлення насаджень							
вар. 4	вар. 5	вар. 4	вар. 1	вар. 3	вар. 1	вар. 5	вар. 5
вар. 2	вар. 3	вар. 5	вар. 2	вар. 1	вар. 3	вар. 4	вар. 1
вар. 1	вар. 2	вар. 3	вар. 3	вар. 4	вар. 2	вар. 3	вар. 2
вар. 3	вар. 4	вар. 1	вар. 5	вар. 5	вар. 4	вар. 1	вар. 3
вар. 5	вар. 1	вар. 2	вар. 4	вар. 2	вар. 5	вар. 3	вар. 4

Рис. 1. Схема розміщення варіантів в досліді

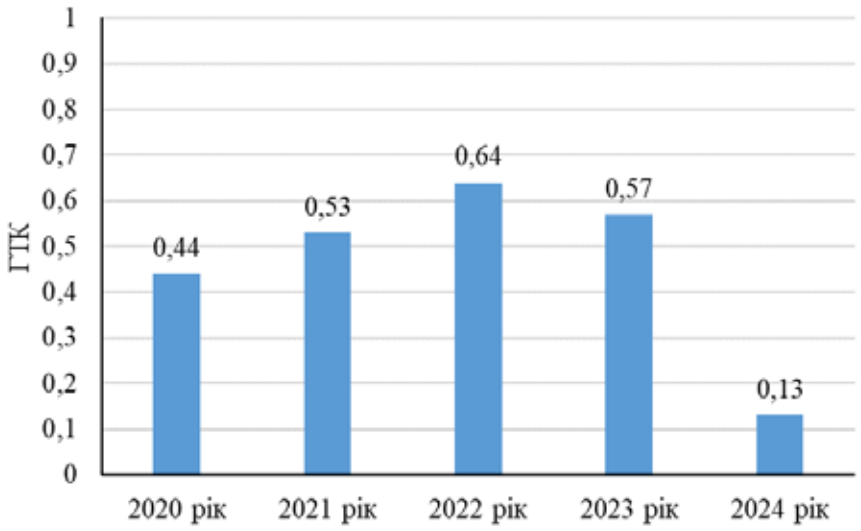


Рис. 2. Гідро-термічний коефіцієнт весняно-літньої вегетації міскантусу гігантського, 2020–2024 рр.

Таблиця 1

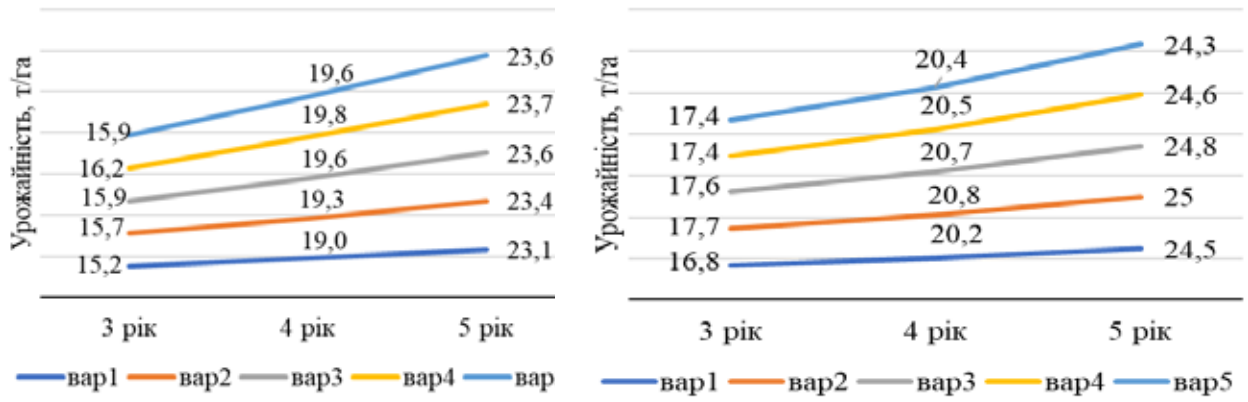
Урожайність міскантусу гігантського за сухою біомасою першого–п'ятого років вегетації (т/га), 2016–2021 рр.

Вид насадження (чинник Б)	Підживлення насаджень* (чинник В)	Рік(фактор А)			Середнє
		третій (2020-2022)	четвертий (2021-2023)	п'ятий (2022-2024)	
Одновидове	варіант 1	15,2	19,0	23,1	19,1
	варіант 2	15,7	19,3	23,4	19,5
	варіант 3	15,9	19,6	23,6	19,7
	варіант 4	16,2	19,8	23,7	19,9
	варіант 5	16,1	19,8	23,5	19,8
	Середнє	15,8	19,5	23,5	19,6
Бінарне	варіант 1	16,8	20,2	24,5	20,5
	варіант 2	17,7	20,8	25,0	21,2
	варіант 3	17,6	20,7	24,8	21,0
	варіант 4	17,4	20,5	24,6	20,8
	варіант 5	17,4	20,4	24,3	20,7
	Середнє	17,4	20,5	24,6	20,8
$НІР_{05}$ чинник (А)		-	-	-	0,31
$НІР_{05}$ чинник (Б)		0,22	0,17	0,15	1,12
$НІР_{05}$ чинник (В)		0,95	0,63	0,72	1,85
$НІР_{05}$ чинник (А і Б)		-	-	-	0,18
$НІР_{05}$ чинник (А і В)		-	-	-	0,70
$НІР_{05}$ чинник (Б і В)		0,12	0,11	0,92	2,58
$НІР_{05}$ взаємодії чинників (АБВ)		-	-	-	0,88

**Примітка: варіант 1 – без підживлення (контроль N_0), варіант 2 – весняне підживлення N_{30}, варіант 3 – весняне підживлення N_{60}, варіант 4 – весняне підживлення N_{90}, варіант 5 – весняне підживлення N_{120}.*

варіантами підживлення варіювала – від 19,5 до 19,9 т/га – у мононасадженнях, та від 20,7 до 21,2 т/га – у бінарних насадженнях з істотною перевагою на варіантах бінарного насадження порівняно з одновидовим (рис. 5).

Найбільшу врожайність сухої біомаси міскантусу за роки дослідження отримали на варіантах весняного підживлення дозою N_{30} та N_{60} (відповідно 21,2 та 21,0 т/га) за вирощування міскантусу в бінарних посівах. Істотно нижчим цей показник виявився при застосуванні збільшених норм $N_{90\text{-}120}$ та контролі (20,5–20,8 т/га). У одновидових насадженнях міскантусу гігантського спостерігався чіткий тренд збільшення врожайності біомаси за внесення доз азоту $N_{60\text{-}120}$ (19,7–19,9 т/га) із її суттєвим зниженням на варіантах N_{30} (19,5 т/га), а також на контролі (19,1 т/га). Що чітко відображено на графіку багатомірних залежностей та описується рівнянням регресії (рис. 6).



а б

Рис. 3. Динаміка урожайності за сухою біомасою міскантусу гігантського залежно від способу вирощування: а – одновидові та б – бінарні, з урахуванням підживлення насаджень третього–п'ятого років вегетації, 2020–2024 рр.

Примітка: варіант 1 – без підживлення (контроль N_0), варіант 2 – весняне підживлення N_{30}, варіант 3 – весняне підживлення N_{60}, варіант 4 – весняне підживлення N_{90}, варіант 5 – весняне підживлення N_{120}.

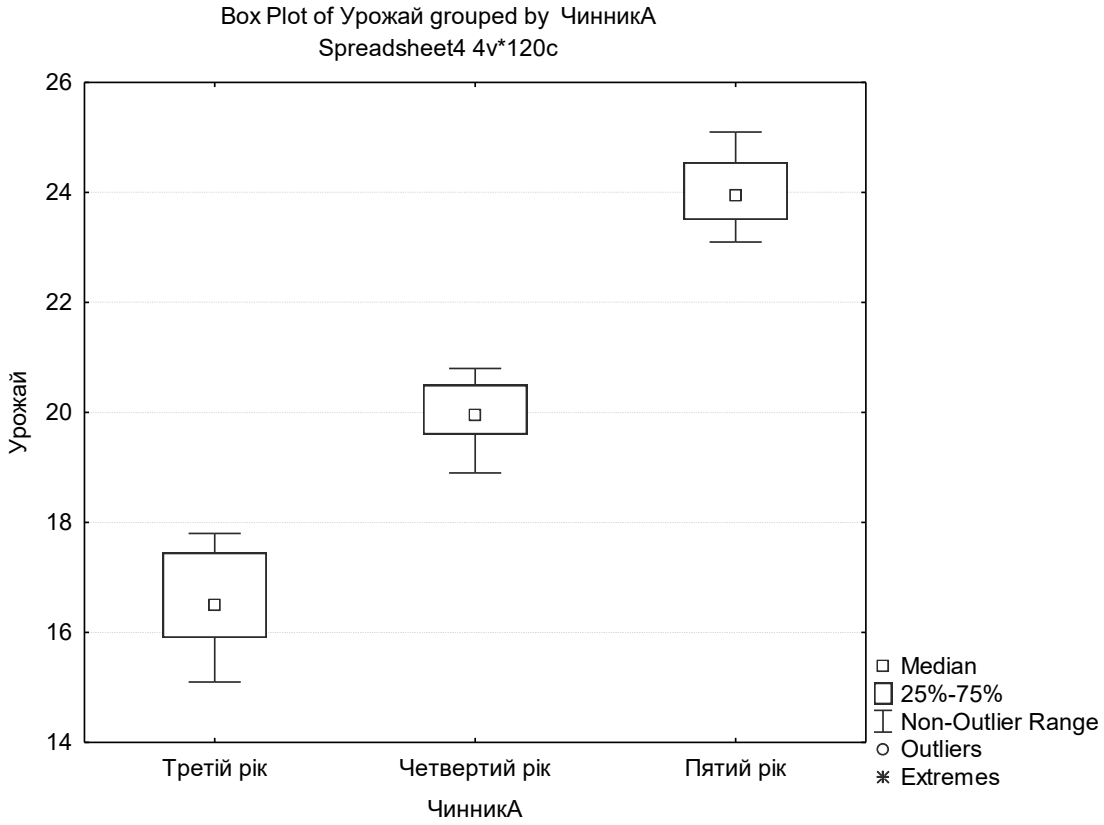


Рис. 4. Коробковий графік «з вусами» із групуванням даних вибірки урожайності біомаси гігантського за роки дослідження, 2020–2024 рр.

Відмічено чітку тенденцію збільшення врожайності за внесення підвищених доз азоту (N_{60-90}) в одновидових насадженнях міскантусу гігантського (до 20,0 т/га), та виокремлено варіанти підживлення при застосуванні N_{30-60} (≥ 21,0 т/га) – в бінарних. Наші результати підтверджують закономірності попередніх досліджень, в яких встановлено, що вирощування енергетичних культур з бобовим компонентом не тільки сприяє очищенню ґрунтів від важких металів, але і збільшує врожайність біомаси [27]. Іншими авторами визначено, що

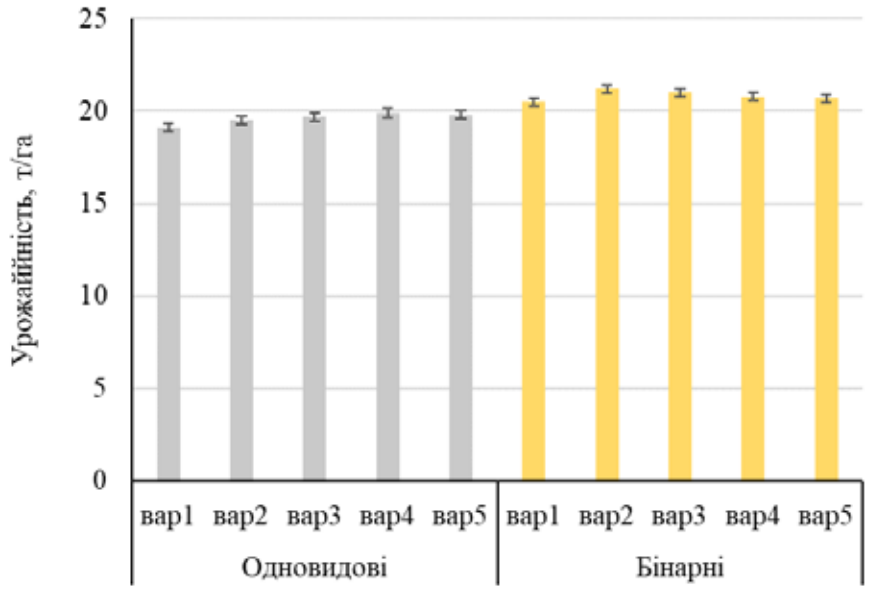


Рис. 5. Урожайність за сухою біомасою міскантусу гігантського залежно від способу вирощування та підживлення насаджень, середня за 2020–2024 рр.

Примітка: варіант 1 – без підживлення (контроль N_0), варіант 2 – весняне підживлення N_{30}, варіант 3 – весняне підживлення N_{60}, варіант 4 – весняне підживлення N_{90}, варіант 5 – весняне підживлення N_{120}.

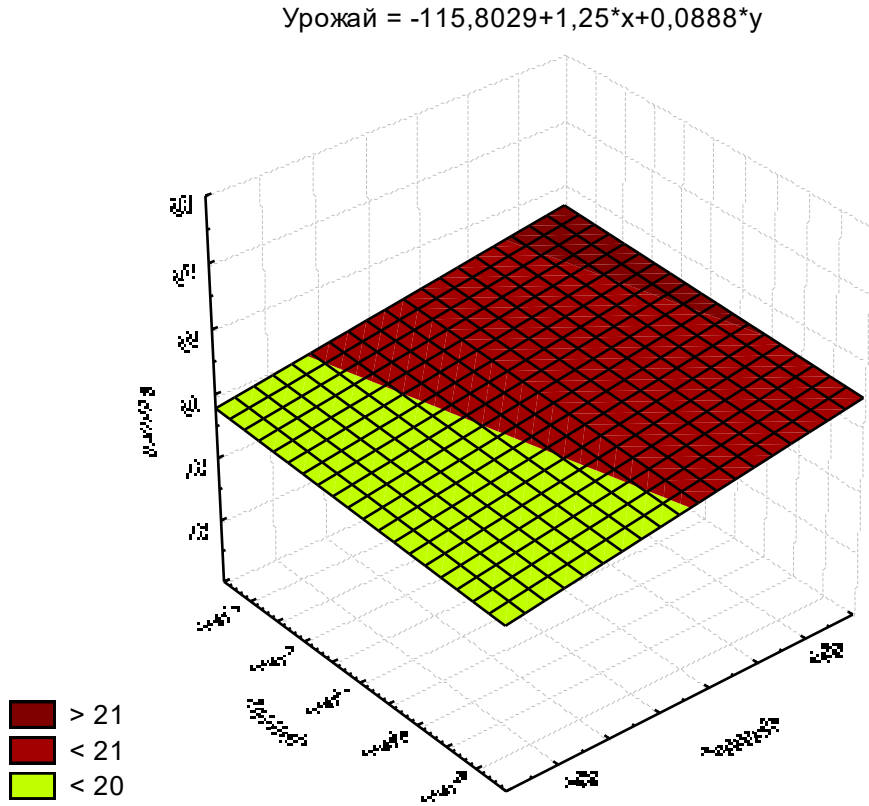


Рис. 6. Багатомірна залежність урожайності міскантусу гігантського за варіантами підживлення насаджень, 2020–2024 рр.

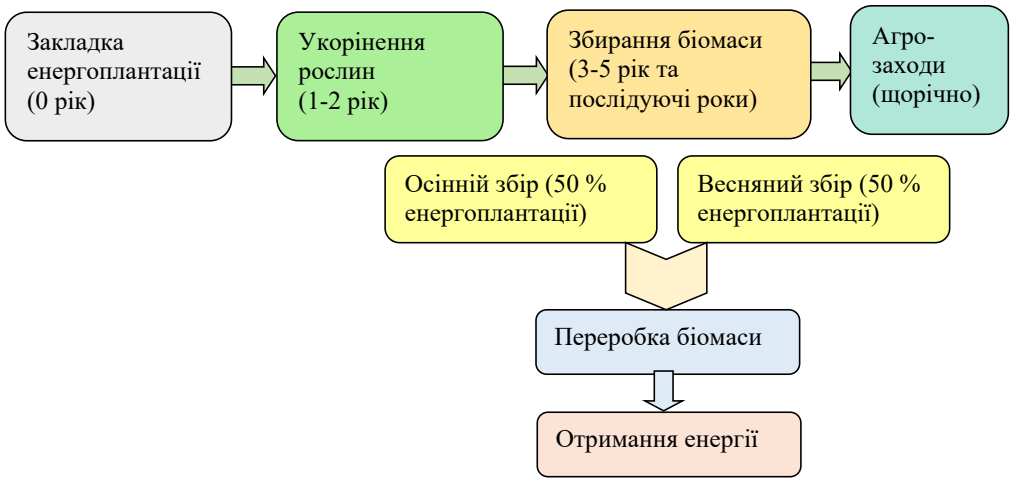


Рис. 7. Логістичний ланцюг агровиробництва та постачання до споживача біомаси міскантусу гігантського

за вирощування культур з родини тонконогові сумісно із бобовими сприяє утворенню щільного ценозу та збільшення врожайності [28, 29]. Що цілком узгоджується з дослідженнями Н. В. Пришляк, яка стверджує, що вирощування енергетичних культур, отримання достатнього обсягу біомаси та її використання в якості сировини для виробництва біопалива в Україні є перспективним інноваційним напрямом для розвитку альтернативної енергетики, що сприятиме поліпшенню екологічного та енергетичного стану країни та її енергонезалежності [30].

Таким чином, встановлено, що в агрологістиці забезпечення біомаси міскантусу гігантського важливим є дотримання ланцюга виробництва: закладка енергоплантації, укорінення рослин, збирання біомаси (осіннє / весняне), агрозаходи (щорічне весняне підживлення), постачання на переробку та отримання енергії (рис. 7).

Дотримання агрологістики виробництва біомаси міскантусу гігантського дозволить отримувати щорічно значний обсяг рослинної сировини для виробництва біопалив. В подальшому, на основі енергоконверсії – дешеву енергію для місцевого використання, що сприятиме зниженню енергозалежності територіальних громад сільських територій.

Висновки.

1. Визначено, що вирощування міскантусу гігантського у бінарних посівах з люпином багаторічним суттєво збільшує врожайність за сухою біомасою. Прибавка врожаю міскантусу гігантського на варіантах бінарного вирощування з люпином була найбільшою і становила за роки 1,2 т/га, за середньої врожайності 20,8 т/га на противагу одновидовим насадженням – де цей показник варіював у межах 19,1–19,9 т/га (середня 19,6 т/га).

2. Обґрунтовано, що застосування весняного підживлення насаджень збільшує врожайність біомаси міскантусу гігантського: у бінарних насадженнях до 21,0–21,2 т/га при застосуванні N_{30-60} порівняно з контролем (20,5 т/га); суттєво нижчим цей показник був у одновидових – на рівні 19,5–19,9 т/га за внесення збільшених доз азоту N_{60-90}, що на 0,4–0,8 т/га нижче порівняно з контролем (19,1 т/га).

3. Встановлено, що в агрологістиці енерговиробництва важливим є дотримання ланцюга виробництва біомаси міскантусу гігантського: закладка енергоплантації, укорінення рослин, збирання біомаси (осіннє / весняне), агрозаходи (щорічне весняне підживлення), постачання на переробку та отримання енергії.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні впливу комплексного застосування кореневого та позакореневого підживлень залежно від виду насадження на формування врожайності міскантусу гігантського.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Блюм Я. Б., Гелетуха Г. Г., Григорюк І. П. та ін. Новітні технології біоенергоконверсії. К: Аграр Медіа Груп. 2010. 326 с.
2. Роїк М. В., Ганженко О. М., Тимощук В. Л. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні. *Біоенергетика*. 2015. Вип. 1. С. 5–8.
3. Kulyk M. I., Kurylo V. L., Kalinichenko O. V., Galytska M. A. Plant energy resources: agroecological, economic and energy aspects. *Monograf*. 2019. 119 p.
4. Писаренко П. В., Курило В. Л., Кулик М. І. Агробіомаса та фітомаса енергетичних культур для виробництва біопалива. *Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії : колективна монографія* / за ред. О. О. Горба, Т. О. Чайки, І. О. Яснолоб. П. : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс». 2017. С. 258–266.
5. Kalinichenko A., Kalinichenko O., Kulyk M. Assessment of available potential of agro-biomass and energy crops phytomass for biofuel production in Ukraine. *Odnawialne źródła energii: teoria i praktyka. Monograph* / pod red. I. Pietkun-Greber, P. Ratusznego, Uniwersytet Opolski : Opole, Kijów, 2017. (tom II) : 163–179.
6. Kulyk Maksym, Kalinichenko Oleksandr, Dekovetz Vitalii. Efficiency of energy crops cultivation for business development in Ukraine. *Organization and management in the services' sphere on selected examples* / Editors: Tetyana Nestorenko, Tadeusz Pokusa. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020:

36–45. ISBN 978-83-66567-02-3. http://pedagogika.wszia.opole.pl/ebook/3_2020.pdf
7. Хіврич О. Б., Курило В. Л., Квак В. М. Енергетичні рослини, як сировина для біопалива. *Пропозиція*. 2011. Вип. 6. С. 68.
8. Курило В. Л., Гументик М. Я., Квак В. М. Міскантус – перспективна енергетична культура ля виробництва біопалива. *Агробіологія*. 2010. Вип. 4 (80). С. 62–66.
9. Міскантус в Україні: *колективна монографія.* Колектив авторів. К.: ТОВ ЦП «Компрінт». 2019. 256 с.
10. Кулик М. І., Падалка В. В. Розвиток біоенергетики на основі рослинного енергетичного ресурсу (на прикладі Полтавської області). *Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку: монографія* / за ред. к.е.н., доцента Н. С. Ілляшенко. Суми : Триторія, 2020. С. 109–118.
11. Kulyk Maksym, Shokalo Natalia, Dinets Olha. Morphometric indices of plants, biological peculiarities and productivity of industrial energy crops. *Development of modern science: the experience of European countries and prospects for Ukraine: monograph* / edited by authors. 3rd ed. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2019: 411–431. URL: https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7
12. Гументик М. Я., Квак В. М., Замойський О. І., Морозова Є. В. Вплив елементів механізованої технології вирощування на продуктивність біомаси міскантусу. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. Вип. 4. С. 50–54.
13. Енергетичні культури : сортимент, біологія, екологія, агротехнологія: колективна монографія / за ред. док. с.-г. наук., проф. М. І. Кулика. Полтава: “Астрая”, 2023. 220 с.
14. Taranenko A., Kulyk M., Galytska M., Taranenko S. (2019) Effect of cultivation technology on switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobot*, 72 (3), pp. 1786. DOI: https://doi.org/10.5586/aa.1786
15. Дековець В. О., Кулик М. І., Галицька М. А. Біологізація технології вирощування міскантусу гігантського на біопаливо. *Аграрні інновації.* 2021. Вип. 10. С. 23–28. DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.4
16. Галицька М. А., Писаренко П. В., Кулик М. І. Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2018. Вип. № 102. С. 130–136.
17. Дековець В. О., Кулик М. І., Сиплива Н. О., Руденко О. А. Залежність врожайності біомаси міскантуса гігантського від кількісних показників рослин при вирощуванні з бобовими культурами. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія».* 2022. Вип. 4 (50). С. 21–28. DOI https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.4.4
18. Дековець В. О., Кулик М. І. Вплив удосконалення елементів технології вирощування на врожайність надземної вегетативної маси міскантусу гігантського. *Науковий журнал «Аграрні інновації».* 2023. Вип. № 17. С. 46–53. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.6
19. Харитонов М. М., Бабенко М. Г. Придатність різних едафічних конструкцій моделей техноземів для вирощування Miscanthus × giganteus. Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : *колективна монографія* / за ред. П.В. Писаренка, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. П. : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс». 2018. С. 106–113.
20. Романчук Л. Д., Зінченко В. О., Василюк Т. П. Особливості вирощування енергетичних культур в умовах Полісся України: з кн. *Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України* / відп. ред. О. В. Скидан. К. : Центр учбової літератури, 2014. С. 81–111.
21. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. 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.
22. 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.
23. Курило В. Л, Ганженко О. М., Гументик М. Я., Квак В. М., Замойський О. І., Зиков П. Ю. Методичні рекомендації з проведення передсадильного обробітку ґрунту і садіння ризомів міскантусу. ІБКіЦБ НААН. К. 2012. 15 с.
24. Курило В. Л., Ганженко О. М., Гументик М. Я., Квак В. М., Зиков П. Ю., Фучило Я. Д., Хіврич О. Б., Гончарук Г. С., Смірних В. М., Горобець А. М., Дубовий Ю. П., Замойський О. І. Методичні рекомендації з технології вирощування і перероблляння міскантусу гігантського. Київ: Компринт, 2016. 40 с.
25. Рахметов Д. Б., Каленська С. М., Федорчук М. І., та ін. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування міскантусу в різних грунтово-кліматичних зонах України. Видавничий центр «Колос»: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». 2017. 22 с.
26. Зінченко В. О., Роїк М. В., Рахметов Д. Б., Гонтаренко С. М., Курило В. Л., Гументик М. Я., Ганженко О. М., Квак В. М. Методика проведення експертизи сортів міскантусу гігантського (Miscanthus × giganteus J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize) на відмінність, однорідність і стабільність. УІЕСР. 2012. 16 с.
27. Taranenko Anna, Taranenko Serhiy, Kulyk Maksym, Rytchenko Andriy, Teteriuk Roman (2025). Assessment of the soil microbial community under energy crops *(Panicum Virgatum L. and Miscanthus x Giganteus):* a case study in Ukraine. *Soil Science Annual.* 2025, 76 (1): 199764 https://www.soilsa.com/Assessment-of-the-soil-microbial-community-under-energy-crops-Panicum-virgatum-L,199764,0,2.html
28. Шувар А. М., Рудавська Н. М., Беген Л. Л. Особливості формування елементів структури сумішок зернових і зернобобових культур. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. Вип. 69 (2). С. 108–122. DOI: 10.32636/01308521.2021-(69)-2-7
29. Голодна А. В., Олійник К. М. Формування продуктивності люпину вузьколистого і пшениці ярої за сумісного вирощування. *Корми і кормовиробництво.* 2016. Вип. 82. С. 142–148.
30. Пришляк Н. В. Потенційні можливості вирощування біоенергетичної сировини на виробництво твердого біопалива. *Агросвіт.* 2021. Вип.1–2. С. 33–45. DOI: 10.32702/2306-6792.2021.1-2.33

REFERENCES:

1. Blum, Ya. B., Geletukha, G. G., Grigoryuk, I. P., et al. (2010). Novitni tekhnolohii bioenerhokonversii. [Advanced Bioenergy Conversion Technologies]. Kyiv: Agrar Media Hrup. [in Ukrainian].
2. Roik, M. V., Ganzhenko, O. M., Tymoshchuk, V. L. (2015). Konceptsiya vyrobnytstva i vykorystannya tvardyh vydiv biopaliva v Ukraini. [The Concept of Production and Utilization of Solid Biofuels in Ukraine]. *Bioenerhetyka*, *(1)*, 5–8. [in Ukrainian].
3. Kulyk, M. I., Kurylo, V. L., Kalinichenko, O. V., Galytska, M. A. (2019). Plant energy resources: agro-ecological, economic and energy aspects. *Monograph.* 119 p. [in Ukrainian].
4. Pysarenko, P. V., Kurylo, V. L., Kulyk, M. I. (2017). Agrobiomasa ta fitomasa enerhetychnyh kultur dlya vyrobnytstva biopaliva. [Agrobiomass and Phytomass of Energy Crops for Biofuel Production]. Rozrobka ta vdoskonalennya enerhetychnyh system z urakhuvannyam nayavnogo potentsialu alternatyvnyh dzherel enerhii. In O. O. Horb, T. O. Chayka, I. O. Yasnolob (Eds.), *Kolektyvna monohrafiya* (pp. 258–266). Poltava: TOV NVP Ukrpromtorgservis. [[in Ukrainian].
5. Kalinichenko, A., Kalinichenko, O., Kulyk, M. (2017). Assessment of available potential of agro-biomass and energy crops phytomass for biofuel production in Ukraine. In I. Pietkun-Greber, P. Ratuszny (Eds.), *Odnawialne źródła energii: teoria i praktyka* (Vol. 2, pp. 163–179). Opole: Uniwersytet Opolski. [in Poland].
6. Kulyk, M., Kalinichenko, O., Dekovetz, V. (2020). Efficiency of energy crops cultivation for business development in Ukraine. In T. Nestorenko, T. Pokusa (Eds.), Organization and management in the services' sphere on selected examples (pp. 36–45). Opole: The Academy of Management and Administration in Opole. https://pedagogika.wszia.opole.pl/ebook/3_2020.pdf [in Poland].
7. Khivrych, O. B., Kurylo, V. L., Kvak, V. M. (2011). Enerhetychni roslyny, yak syrovyna dlya biopaliva. [Energy Crops as Raw Materials for Biofuel]. *Propozytsiya*, *(6)*, 68. [in Ukrainian].
8. Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M. (2010). Miskantus – perspektyvna enerhetychna kultura dlya vyrobnytstva biopaliva. [Miscanthus as a Promising Energy Crop for Biofuel Production]. *Ahrobiolohiia*, *(4)*, 62–66. [in Ukrainian].
9. Kollektyv avtoriv. (2019). Miskantus v Ukraini. [Miscanthus in Ukraine]. Kyiv: TOV TsP Komprint. [in Ukrainian].
10. Kulyk, M. I., Padalka, V. V. (2020). Rozvytok bioenerhetyky na osnovi roslynnoho enerhetychnoho resursu (na prykladi Poltavskoi oblasti). [Development of Bioenergy Based on Plant Energy Resources (on the Example of Poltava Region)]. In N. S. Illyashenko (Ed.), *Upravlinnia stratehiiamy vyperedzhaiuchoho innovatsiinoho rozvytku: Monohrafiia* (pp. 109–118). Sumy: Trytoriia. [in Ukrainian].
11. Kulyk, M., Shokalo, N., Dinets, O. (2019). Morphometric indices of plants, biological peculiarities and productivity of industrial energy crops. In *Development of modern science: the experience of European countries and prospects for Ukraine* (3rd ed., pp. 411–431). Riga: Baltija Publishing. https://doi.org/10.30525/978-9934-571-78-7 [in Riga].
12. Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M., Zamoyskyi, O. I., Morozova Y. V. (2015). Vplyv elementiv mekhanizovanoi tekhnolohii vyroshchuvannia na produktyvnist biomasy miskantusu. [The Impact of Mechanized Cultivation Technology Elements on the Productivity of Miscanthus Biomass]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*, *(4)*, 50–54. [in Ukrainian].
13. Kulyk, M. I. (Ed.). (2023). Enerhetychni kultury: sortyment, biolohiia, ekolohiia, ahrotekhnolohiia. [Energy Crops: Assortment, Biology, Ecology, Agrotechnology]. Poltava: Astraia. [in Ukrainian].
14. Taranenko, A., Kulyk, M., Galytska, M., Taranenko, S. (2019). Effect of cultivation technology on switchgrass (Panicum virgatum L.) productivity in marginal lands in Ukraine. *Acta Agrobotanica*, *72*(3), 1786. https://doi.org/10.5586/aa.1786
15. Dekovets, V. O., Kulyk, M. I., Galytska, M. A. (2021). Biolohizatsiia tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu hihantskoho na biopalyvo. [Biologization of the Cultivation Technology of Giant Miscanthus for Biofuel Production]. *Ahrarni innovatsii*, *(10)*, 23–28. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.4 [in Ukrainian].
16. Galytska, M. A., Pysarenko, P. V., Kulyk, M. I. (2018). Humifikatsiino-mineralizatsiini protsesy yak pokaznyk akumuliatsii karbonu v gruntakh. [Humification-Mineralization Processes as an Indicator of Carbon Accumulation in Soils]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, *(102)*, 130–136. [in Ukrainian].
17. Dekovets, V. O., Kulyk, M. I., Sypliva, N. O., Rudenko, O. A. (2022). Zalezhnosti vrazhaiuchosti biomasy miskantusu hihantskoho vid kilkisnykh pokaznykiv roslyn pry vyroshchuvanni z bobovymy kulturamy. [Dependency of Giant Miscanthus Biomass Yield on Quantitative Plant Parameters When Cultivated with Leguminous Crops]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Ahronomiya i biolohiia»*, *(4)*, 21–28. https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.4.4 [in Ukrainian].
18. Dekovets, V. O., Kulyk, M. I. (2023). Vplyv udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na vrazhaiuchist nadzemnoi vehetatyvnoi masy miskantusu hihantskoho. [Impact of Improving Cultivation Technology Elements on the Above-Ground Vegetative Mass Yield of Giant Miscanthus]. *Naukovyi zhurnal «Ahrarni innovatsii»*, *(17)*, 46–53. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.6 [in Ukrainian].
19. Kharytonov, M. M., Babenko, M. G. (2018). Prydatnist riznykh edafichnykh konstruktsii modelei tekhnozemiv dlya vyroshchuvannia Miscanthus × giganteus. [Suitability of Different Edaphic Model Technosols for the Cultivation of *Miscanthus* × *giganteus*]. In P. V. Pysarenko, T. O. Chayka, I. O. Yasnolob (Eds.), *Ratsionalne vykorystannia resursiv v umovakh ekolohichno stabilnykh terytorii* (pp. 106–113). Poltava: TOV NVP Ukrpromtorgservis. [in Ukrainian].
20. Romanchuk, L. D., Zinchenko, V. O., & Vasyliuk, T. P. (2014). Osoblyvosti vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v umovakh Polissia Ukrainy. [Specifics of Energy Crop Cultivation Under the Conditions of Ukrainian Polissia]. In O. V. Skydan (Ed.), Perspektyvy rozvytku alternatyvnoi enerhetyky na Polissi Ukrainy (pp. 81–111). Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. [in Ukrainian].

21. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M. (Eds.). (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk. [Experimental Work in Agronomy: A Textbook]. Knyha 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian].
22. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M. (Eds.). (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navchalnyi posibnyk. [Experimental Work in Agronomy: A Textbook]. Knyha 2. Statystychna obrobka rezultativ doslidzhen. Kharkiv: Maidan. [in Ukrainian].
23. Kurylo, V. L., Ganzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M., & Zamoyskyi, O. I. (2012). Metodychni rekomendatsii z provedennia peredsadylnoho obrobitku gruntu i sadinnia ryzomiv miskantusu. [Methodological Recommendations for Pre-Plant Soil Treatment and Planting of Miscanthus Rhizomes]. Kyiv: IBKiTsB NAAN. [in Ukrainian].
24. Kurylo, V. L., Ganzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M., & Zamoyskyi, O. I., et al. (2016). Metodychni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia i pererobliannia miskantusu hihantskoho. [Methodological Recommendations for the Cultivation and Processing Technology of Giant Miscanthus]. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian].
25. Rakhmetov, D. B., Kalenska, S. M., Fedorchuk, M. I., et al. (2017). Metodychni rekomendatsii z optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu v riznykh gruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy. [Methodological Recommendations for Optimizing the Cultivation Technology of Miscanthus in Various Soil and Climatic Zones of Ukraine]. Kherson: Vydavnychyi tsentr «Kolos». [in Ukrainian].
26. Zinchenko, V. O., Roik, M. V., Rakhmetov, D. B., Gontarenko, S. M., Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., Ganzhenko, O. M., & Kvak, V. M. (2012). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv miskantusu hihantskoho na vidminnist, odnoridnist i stabilnist. [Methodology for the Examination of Giant Miscanthus (*Miscanthus* × *giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize) Varieties for Distinctness, Uniformity, and Stability]. Kyiv: UIESR. [in Ukrainian].
27. Taranenko, A., Taranenko, S., Kulyk, M., Rytchenko, A., & Teteriuk, R. (2025). Assessment of the soil microbial community under energy crops (Panicum Virgatum L. and Miscanthus x Giganteus): A case study in Ukraine. *Soil Science Annual*, *76(1),* 199764. https://www.soilsa.com/Assessment-of-the-soil-microbial-community-under-energy-crops-Panicum-virgatum-L,199764,0,2.html
28. Shuvar, A. M., Rudavska, N. M., & Begen, L. L. (2021). Osoblyvosti formuvannia elementiv struktury sumishok zernovykh i zernobobovykh kultur. [Peculiarities of the Formation of Structural Elements in Grain and Grain-Legume Mixtures]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 69(2), 108–122. https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-2-7 [in Ukrainian].
29. Holodna, A. V., & Oliinyk, K. M. (2016). Formuvannia produktyvnosti liupynu vuzkolystoho i pshenytsi yaroi za sumisnoho vyroshchuvannia. [Formation of the Productivity of Narrow-Leaf Lupin and Spring Wheat Under Joint Cultivation]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*, 82, 142–148. [in Ukrainian].
30. Pryshlyak, N. V. (2021). Potentsiini mozhlyvosti vyroshchuvannia bioenerhetychnoi syrovyny na vyrobnytstvo tverdoho biopalyva. [Potential Opportunities for Cultivating Bioenergy Raw Materials for Solid Biofuel Production]. *Ahrosvit*, 1–2, 33–45. https://doi.org/10.32702/2306&6792.2021.1–2.33 [in Ukrainian].

Тетерюк Р.С., Кулик М.І. Урожайність міскантусу гігантського залежно від способу вирощування та підживлення насаджень в агрологістиці виробництва біомаси

У статті визначено особливості формування врожайності міскантусу гігантського (*Miscanthus* × *giganteus J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize*) сорту Гулівер залежно від виду та підживлення насаджень в агрологістиці виробництва біомаси. Дослідження проведені в умовах центральної частини Лісостепу з використанням методичних рекомендацій українських і зарубіжних авторів. Експеримент поєднував вивчення наступних чинників: чинник А – рік вегетації (2020–2024 рр.): 2020–2022 рр. – третій рік вегетації, 2021–2023 рр. – четвертий рік вегетації, 2022–2024 рр. – п'ятий рік вегетації; чинник Б – вид насадження: Б.1 – одновидове вирощування (мононасадження міскантусу гігантського), Б.2. – бінарне вирощування міскантусу сумісно з багаторічним люпином (*Lupinus perennis* L.); чинник В – підживлення насаджень міскантусу гігантського: варіант 1 – без підживлення (контроль N_0), варіант 2 – весняне підживлення N_{30}, варіант 3 – весняне підживлення N_{60}, варіант 4 – весняне підживлення N_{90}, варіант 5 – весняне підживлення N_{120}. Рівень врожайності біомаси визначали – ваговим методом шляхом збору з кожної ділянки та зважування біомаси.

За результатами досліджень встановлено суттєвий вплив бінарних насаджень та підживлення дозою N_{30} на збільшення врожайності біомаси міскантусу гігантського (21,2 т/га), вищі дози азоту (N_{60-90}) істотно не збільшують цей показник. Високу врожайність (19,5–19,9 т/га) культура формує і в одновидових насадженнях, але потребує збільшених доз внесення добрив (N_{60-90}). Суттєво меншим цей показник був на варіантах збільшеної норми мінерального підживлення рослин (N_{120}) за одноразового весняного підживлення: як в одновидових, так і в бінарних насадженнях міскантусу гігантського.

Таким чином, бінарне вирощування міскантусу гігантського з бобовим компонентом (люпин багаторічний) є найбільш впливовим чинником на врожайність біомаси. При цьому визначено, що висока врожайність міскантусу третього–п'ятого років вегетації формується за рахунок підживлення низькою дозою азотних добрив N_{30} на фоні післядії біологічного азоту, що накопичила в ґрунті бобова культура у бінарних посівах.

Ключові слова: Міскантус гігантський, бінарні посіви, багатомірна залежність, логістика, біомаса, урожайність.

Teteriuk R.S., Kulyk M.I. Yield of miscanthus giganteus depending on the cultivation method and fertilisation of plantations in agrologistics of biomass production

The article defines the peculiarities of yield formation of miscanthus giganteus (*Miscanthus* × *giganteus J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize*) variety Huliver depending on the type and fertilization of plantations in the agrologistics of biomass production. The research was conducted in the central part of the Forest-Steppe using the methodological recommendations of national and foreign authors. The experiment combined the study of the following factors: factor A – year of vegetation (2020-2024):

2020-2022 – the third year of vegetation, 2021-2023 – the fourth year of vegetation, 2022-2024 – the fifth year of vegetation; factor B – type of plantation: B.1 – single-species cultivation (mono-plantation of miscanthus giganteus), B.2 binary cultivation of miscanthus in combination with perennial lupine (*Lupinus perennis* L.); factor C – fertilization of miscanthus giganteus plantations: variant 1 – no fertilization (control N_0), variant 2 – spring fertilization N_{30}, variant 3 – spring fertilization N_{60}, variant 4 – spring fertilization N_{90}, variant 5 – spring fertilization N_{120}. The level of biomass yield was determined using the weight method by harvesting and weighing biomass from each plot.

The research results revealed a significant impact of binary plantations and fertilization with a dose of N_{30} on the growth of the biomass yield of miscanthus giganteus (21.2 t/ha), while higher doses of nitrogen (N_{60-90}) do not significantly increase this parameter. The crop also forms high yields (19.5-19.9 t/ha) in single-species plantations, but requires the increased doses of fertilizer (N_{60-90}). This parameter was considerably lower in the variants with the increased rate of mineral fertilization of plants (N_{120}) with one-time spring fertilization: both in single-species and binary plantations of miscanthus giganteus.

Therefore, the binary cultivation of miscanthus giganteus with a legume component (perennial lupine) is the most influential factor on the biomass yield. It was found that the high yield of miscanthus in the third to fifth years of vegetation is formed as a result of fertilization with a low dose of nitrogen fertilizer N_{30} against the background of the aftereffect of biological nitrogen accumulated by the legume in the soil in binary plantations.

Key words: Miscanthus giganteus, binary plantations, fertilization, multidimensional dependence, logistics, biomass, yield.

УДК 631.4
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.25

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДХОДІВ ОБСМАЖЕННЯ ТА СПОЖИВАННЯ КАВИ НА ЯКІСТЬ ҐРУНТІВ

ТИХОМИРОВА Т.С. – кандидат технічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9124-9757
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
КОЧЕТОВ М.С. – аспірант
orcid.org/0009-0008-3115-8552
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Постановка проблеми. Розвиток культури споживання кави в певному географічному регіоні зазвичай пов'язаний з культурними або соціокультурними та економічними чинниками. Спрощена система оподаткування та нульове мито на ввіз зеленого кавового зерна в Україну до 2022 року призвело до значного збільшення кількості різноманітних кав'ярень та підприємств, які спеціалізуються на обсмажені кавових зерен. Відповідно зросла й кількість відходів, які виникають на етапі обсмаження кавових зерен – так званого кавового лушпиння, та на етапі споживання кави – кавової гущі. Ідентифікація цих відходів як органічних призводить до того, що вони вважаються безпечними для навколишнього природнього середовища й потрапляють на полігони твердих побутових відходів у складі органічної фракції або безпосередньо у ґрунт в якості добрива. Відсутність наукових засад використання відходів споживання та обсмаження кави в якості добрив призводить до несистематизованого, науково необґрунтованого використання таких відходів, особливо в індивідуальних домогосподарствах, що призводить у багатьох випадках не до покращення певних властивостей ґрунтів, а навпаки, до їх погіршення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ґрунтові ресурси України є найціннішим ресурсом країни, управляння якими повинно базуватися на концепції сталого розвитку. Проте, як зазначають автори у [1], ефективне стале управляння ґрунтовими ресурсами можливо тільки на основі міждисциплінарного підходу, який включатиме в себе, в тому числі логічне та зважене законодавче та нормативне забезпечення у поєднанні з прогнозуванням небезпеки від деградації ґрунтів та шляхів подолання деградації ґрунтів. Про необхідність розробки та удосконалення окремих розділів комплексу еколого-правових засад землекористування, в тому числі охорону родючості ґрунтів, наголошує автор [2]. Ряд авторів досліджують стан ґрунтів, проводять їх еколого-токсикологічну або агроекологічну оцінку в окремих областях України. Наприклад, у [3] встановлено, що тільки 14,7% від всіх осушуваних земель львівської області мають задовільний або сприятливий меліоративний стан для ведення сільського господарства. Автори [4] наводять результати XI туру оцінки якості ґрунтів Львівської області та звертають увагу, що майже половина сільськогосподарських земель у Львівській області мають середню якість (52,2%), а також наводять території області, де якість ґрунтів покращилась або погіршилась за період спостережень. Повномасштабне вторгнення 22.02.2024 року призвело до значного погіршення якості ґрунтів в тих областях України, де відбуваються активні бойові дії або зафіксовані влучання по промисловим об'єктам. Відповідно низька вітчизняних досліджень фокусуються на питаннях експрес оцінки якості ґрунтів після закінчення активних бойових дій. Зокрема, автори [5] за допомогою тест рослин овес провели оцінку фітотоксичності ґрунтів з різних ділянок Харківською області та визначено, що моніторингові спостереження відразу після закінчення активних бойових дій дають можливість оцінити не тільки рівень забрудненості ґрунтів, а ще можуть бути використані для розрахунку заподіяної шкоди.

Теоретично існує багато напрямків використання відходів виробництва розчинної кави, відходів обсмаження та споживання кави [6], проте мало інформації стосується реальних економічно та екологічно доцільних для України напрямків рециклінгу та утилізації зазначених відходів. У [7] автори дослідили хімічний та харчовий склад кавової гущі, та зазначили, що остання містить до 60% харчових волокон й має антиоксидантні властивості, що визначає можливості використання кавової гущі в якості функціональних доданок до хлібобулочних виробів та твердих кондитерських виробів типу печиво з метою надання харчовим продуктам нових активних функцій.

Раніше автори даної статті у співпраці з іншими дослідниками визначили перспективи та доцільність використання кавової гущі в якості доданок до полімерних матеріалів на основі полілактиду [8] та у складі компостів для покращення якості ґрунтів [9].

Мета статті. Метою статті є дослідження довгострокового впливу внесення кавової гущі та кавового лушпиння на окремі властивості ґрунтів.

Матеріали та методика досліджень. Для дослідження використовували суміш вологої кавової гущі з розміром частинок від 200 до 800 мкм, зібрану у кав'ярнях міст Харків та Київ. Розмір частинок кавової гущі залежить від ступеню помолу вихідного кавового зерна, який відрізняється в залежності від способу приготування – кавомашина, крапельне заварювання, на відкритому джерелі енергії шляхом прямої варки тощо. У більшості кав'ярень накопичення кавової гущі відбувається без диференціації за розміром частинок. Вологість кавової гущі становить 56–65%.

Кавове лушпиння (також відоме як silver skin або срібляста шкірка) утворене при обсмажені зелених кавових зерен збиралось безпосередньо у місці обсмаження у м. Київ та також є сумішшю лушпиння, утвореного при обсмажені різних сортів кави. Вологість кавового лушпиння ≤ 8 мас.%

Дослідна ділянка ґрунту розташована у Харківському районі Харківської області у трикутнику між населеними пунктами Високий – Ржавець- Бабаї. Тип ґрунту – глинистий (важкий) з вмістом глини до 25%, для якого характерним є висока щільність, він погано пропускає воду, схильний до утворення великих ґрунтових агломератів, які важко розбити. Вміст гумусу не перевищує 2% [10], а pH становить 5,987. Перед початком досліджень ділянка землі не оброблялась 1 рік, також з неї були вилучені крупні кореневі системи бур'яну.

Контрольна культура – полуниця садова (*Fragaria* × *ananassa*) рання сорту Хоней (Honeoye).

Визначення коефіцієнту фільтрації ґрунтів здійснювали на компресійно-фільтраційному приладі відповідно до ДСТУ Б В.2.1 – 23:2009 [11], pH ґрунтів визначали по водній витяжці електрометричним методом згідно [12], фітотоксичність ґрунтів за ДСТУ ISO 11269–2:2002 [13]. Відбір проб ґрунту за потреби виконували згідно рекомендацій, наведених у [14]. Для визначення ваги плодів полуниці використовували **ваги лабораторні ІНВ-24.**

Результати досліджень. Глинисті ґрунти, притаманні частині східної частини України, в тому числі частині Харківської області, мають ряд властивостей, які суттєво обмежують їх використання в сільському господарстві. Головною серед цих властивостей є нерівномірний розподіл вологи в орному шарі. Глинисті частинки мають вологотривкі властивості, внаслідок чого вода погано просочується у ґрунті, капілярна система води майже не утворюється. Це в свою чергу призводить до відсутності достатньої кількості вологи, яка досяжна для коренів рослин. При інтенсивному зволоженні, наприклад, в наслідок сильних атмосферних опадів або не правильної системі поливу, частина води навколо кореневої системи рослин на глибині до 10–15 см накопичується, оскільки вона немає можливості просочуватися у нижні шари. В наслідок цього поширеним є явище загнивання коренів рослин. За відсутності правильної механічної обробки таких ґрунтів також виникає явище утворення міцних корок з глибокими тріщинами на поверхні таких ґрунтів при надмірному зволоженні та за температури більше за +20 °С. Все вище перелічене ускладнює ведення сільського господарства на таких ґрунтах, особливо в умовах індивідуальних або невеликих фермерських господарств. Витрати на обробку таких ґрунтів не співрозмірні з отриманих врожаєм. Відзначимо, що водотривкі та водофільтруючі властивості ґрунтів також залежать від механічного складу, способу обробки ґрунту, ступеню агрегатації та можуть сильно відрізнятися навіть в межах однієї великої ділянки, що обробляється [15, 16].

Для механічної модифікації глинистих ґрунтів можна використовувати різноманітні дренажні матеріали мінерального або рослинного походження. Останні при правильному внесені додатково підвищать родючість ґрунтів за рахунок утворення шару гумусу. У даній статті проаналізовано вплив внесення у глинисті ґрунти кавової гущі (КГ) та кавового лушпиння (КЛ) в якості модифікуючих агентів на властивості ґрунтів. Дослідження проводились у період з 2019 по 2024 рік. КГ та КЛ вносились один раз щороку на початку квітня у кількості 0,1 т на 1 га шляхом змішування верхнього шару ґрунту з вологою КГ або сухим КЛ. Контрольним параметром було обрано коефіцієнт фільтрації ґрунтів, дослідження проводились через 2 місяці після внесення КГ та КЛ. Результати зміни коефіцієнту фільтрації при внесенні КГ та КЛ наведені у таблиці 1.

За 6 років спостережень при внесенні вологої КГ коефіцієнт фільтрації ґрунту постійно зростав та на кінець спостережень збільшився майже у 10 разів порівняно з ґрунтом, у який не вносилась КГ. Незначні зміни у значенні коефіцієнту фільтрації у контрольному зразку ґрунту на контрольній ділянці пов'язано, на думку авторів, з поступовим розвиненням кореневої системи полуниці садової та розкладанням їх рештків, що призводить до змін у механічному складі ґрунту. КЛ, у порівняні з КГ, не призводить до настільки суттєвих змін у значенні коефіцієнта фільтрації. Це, на думку авторів, пов'язано з самими властивостями КЛ, яке є летким, схильним до електростатичного злипання та налипання матеріалом, який до того ж дуже не зручно вносити у ґрунт саме через вказані особливості (рис. 1).

Як було зазначено вище, коефіцієнт фільтрації ґрунту є важливим показником для родючості ґрунтів, яку, в тому числі, можна оцінити за розвитком контрольної рослини (табл. 2, рис. 2). Полуниця садова була обрана в якості об'єкту дослідження з наступних міркувань:

1) розповсюджена культура у індивідуальних та малих фермерських господарствах, яка є багатою на вітаміни та може принести значну економічну вигоду від її вирощування;

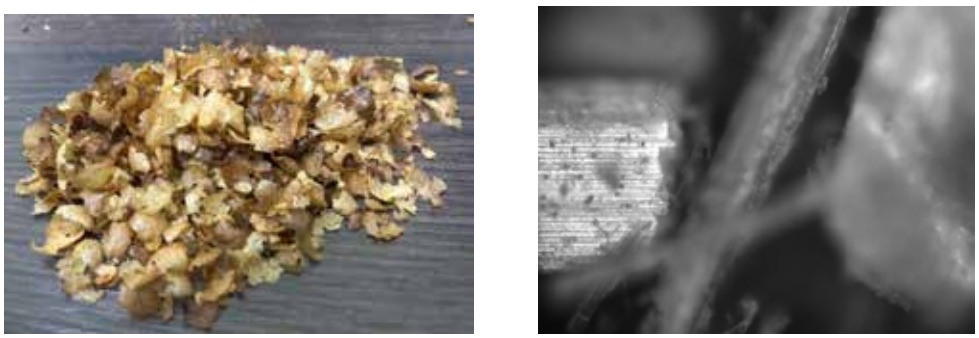
2) культура добре розвивається у слабокислих ґрунтах;

Таблиця 1

Зміна коефіцієнту фільтрації ґрунтів при внесенні кавової гущі та кавового лушпиння

Зразок ґрунту	Значення коефіцієнту фільтрації, м/сек, по роках					
	2019	2020	2021	2022*	2023	2024
Без КГ чи КЛ	$1{,}2\cdot10^{-7}$	$1{,}4\cdot10^{-7}$	$1{,}2\cdot10^{-7}$	$1{,}8\cdot10^{-7}$	$2{,}1\cdot10^{-7}$	$2{,}4\cdot10^{-7}$
З внесеною КГ	$4{,}2\cdot10^{-7}$	$5{,}8\cdot10^{-7}$	$7{,}1\cdot10^{-7}$	$8{,}8\cdot10^{-7}$	$9{,}8\cdot10^{-7}$	$1{,}1\cdot10^{-6}$
З внесеним КЛ	$2{,}2\cdot10^{-7}$	$2{,}6\cdot10^{-7}$	$3{,}1\cdot10^{-7}$	$3{,}8\cdot10^{-7}$	$4{,}2\cdot10^{-7}$	$5{,}4\cdot10^{-7}$

Примітка: у 2022 році внесення КГ та КЛ відбулося на початку червня, а відбір проб для визначення коефіцієнту фільтрації – на початку серпня, що було зумовлено безпековою ситуацією у Харківській області.



а б

Рис. 1. Кавове лушпиння. Загальний вигляд

а – загальний вигляд кавового лушпиння безпосередньо у місці утворення при обсмажені (м. Київ, 2024 р.); б – вигляд кавового лушпиння під мікроскопом, 100 кратне збільшення



а б

Рис. 2. Зовнішній вигляд контрольної рослини під час досліджень (фото авторів, 2019 рік)

а – на ділянці без внесення КГ та КЛ; б – на ділянці з внесеною КГ

3) вкорінення та розвиток культури добре відбувається на піщаних та піщаноподібних ґрунтах з високим коефіцієнтом фільтрації води, отже можна дослідити залежність вкорінення від коефіцієнту фільтрації ґрунтів.

Аналіз отриманих даних показав, що у перші три роки внесення КГ спостерігається в цілому позитивний вплив на розвиток полуниці садової – краще укорінення, збільшення площі листової пластинки та плодів, в тому числі, пов'язано з кращим насиченням коренів рослин водою за рівноцінних умов зволоження та експозиції відносно сонця у порівнянні з ділянкою ґрунту без внесення КГ. Раніше авторами даної статті було виявлено та досліджено той факт, що КГ має кислотні властивості, pH її водної витяжки становить 4,876 [17]. Внесення КГ у ґрунти міських територій у значній кількості призводить до закиснення ґрунтів [17], також КГ у кількості більше 10% негативно впливає на властивості органічних компостів [9]. pH водної витяжки КЛ майже нейтральний та становить 6,784. Аналіз даних табл. 2 дозволяє зробити висновок про критичне значення pH ґрунту для полуниці садової на рівні 5,2–5,0, яке спостерігається на третій та четвертий рік внесення КГ як механічного модифікатора.

На четвертий рік досліджень було відзначено появу польового хвощу (*Equisetum arvense L.*) – бур'яну, який є природнім рослинним індикатором кислих ґрунтів (рис. 3). На шостий рік досліджень, у 2024 році на ділянці з постійним внесенням КГ кількість одиниць польового хвощу на площі 10 см^2 становив 15 одиниць з середньою висотою наземної частини 28 см та середньою довжиною підземної частини 5 см; на ділянці з постійним внесенням КЛ та на контрольній ділянці на всій площі – поодинокі рослини польового хвощу з висотою наземної частини 10 см. Для підтвердження негативного впливу внесення сумарно 0,6 т КГ на 1 га за 6 років було також проведено дослідження фітотоксичної даних ґрунтів (табл. 3) тест рослиною крес-салат, який свідчить про значне пригнічення розвитку рослин.

Внесення КЛ не дозволяє досягти значного збільшення коефіцієнту фільтрації ґрунту (табл. 1), спостерігається незначне покращення відсотку вкорінення та збільшення ваги плодів (табл. 2).

Висновки. Проведені дослідження дозволили вперше визначити оптимальну кількість внесення кавової гущі у глинисті ґрунти з метою поліпшення водообміну у них без суттєвого зниження рівня pH. Визначено, що у разі внесення більше ніж 0,3 т на 1 га кавової гущі спостерігається зменшення рівня pH до 5,1–5,0, що в свою чергу неставно впливає на розвиток сільськогосподарських рослин, їх вкорінення та врожайність. Оптимальною кількістю внесення кавової гущі є до 0,2 т на 1 га з метою збільшення коефіцієнту фільтрації важких глинистих ґрунтів. Даних рекомендації необхідно дотримуватися, в тому числі, при відновленні ґрунтів деокупованих територій. На таких територіях населення часто використовує в якості добрив те, що утворюється в домогосподарствах. Кавова гуща, як органічні відходи культури споживання натуральної кави, утворюються у 48% опитаних родин й потрапляють у ґрунт у 26% опитаних. Нераціональне та надмірне внесення кавової гущі у ґрунти може призвести до погіршення їх родючості у довгостроковій перспективі.

Таблиця 2

Вплив внесення кавової гущі на розвиток контрольних рослин та pH ґрунтів

Зразок ґрунту	pH	% добре укорінених рослин від загальної кількості розсади	Приріст висоти саджанця, %	Середня маса плоду, г
2019 рік				
Без КГ чи КЛ	5,987	65	28	27,1
З внесеною КГ	5,901	78	46	34,9
З внесеним КЛ	5,980	72	32	30,3
2020 рік				
Без КГ чи КЛ	5,967	66	28	28,4
З внесеною КГ	5,765	79	51	37,8
З внесеним КЛ	5,975	72	35	30,6
2021 рік				
Без КГ чи КЛ	6,023	66	27	28,4
З внесеною КГ	5,211	78	45	34,5
З внесеним КЛ	5,975	72	35	30,2
2022 рік				
Без КГ чи КЛ	6,076	65	28	29,1
З внесеною КГ	5,116	68	42	30,2
З внесеним КЛ	5,989	72	34	30,1
2023 рік				
Без КГ чи КЛ	6,095	66	28	28,7
З внесеною КГ	5,019	62	40	29,5
З внесеним КЛ	5,987	72	35	30,1
2024 рік*				
Без КГ чи КЛ	6,103	66	28	-
З внесеною КГ	5,001	60	35	-
З внесеним КЛ	5,985	72	35	-

Примітка: на початку травня 2024 року у Харківській області були суттєве раптове зниження температури повітря, що призвело до загибелі квітів полуниці й відсутності врожаю на дослідній ділянці.



а б в

Рис. 3. Розвиток бур'яну – індикатора кислих ґрунтів на дослідних ділянка (фото авторів, 2024 рік)

а – ділянка без внесення КГ та КЛ; б – ділянка з внесенням КГ впродовж шести років; в – польовий хвощ, зібраний з ділянки площею 10 см²

Використання кавового лушпиння для збільшення коеіфіцінтуфілттрації глинистих ґрунтів не є доцільним. Позитивний вплив на розвиток рослин, врожайність та збільшення коефіцієнту фільтрації майже відсутній, що, як було вказано вище, пов'язано з властивостями самого лушпиння. До того ж, кавове лушпиння не утворюється у маленьких кав'ярнях чи в індивідуальних домогосподарствах, тому його використання буде пов'язане з витратами на транспортування навіть за умови безкоштовної передачі від підприємств, які займаються обсмаження кавових зерен.

Таблиця 3

Результати оцінки якості ґрунтів за тест-рослиною крес-салат

Зразок ґрунту	pH	Схожість насіння, %	Середня довжина наземної частини, мм
Без КГ чи КЛ	6,103	58	73,4
З внесеною КГ	5,001	40	58,2
З внесеним КЛ	5,985	60	82,3
Контрольний зразок субстрату	6,476	92	98,6

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. *Український географічний журнал*. 2021. № 2. С. 3-11.
2. Оверковська Т. К. Еколого-правові засади охорони ґрунтів. *Підприємництво, господарство і право*. 2020. № 11. С. 89-105.
3. Золотарьова І. Б. Родючість ґрунтів меліорованих земель Львівської області. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 6(76). URL https://www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.004
4. Зайцев Ю.О., Демчишин А.М., Гунчак М.В. Стан родючості ґрунтів Львівської області. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 92-100.
5. Крайнюков О.М., Кривицька І.А., Найдьонова О.Є. Еколого-токсикологічна оцінка якості ґрунтів території Харківського району Харківської області. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 7. С. 25-32.
6. Маліченко В. В. Аналіз сучасного досвіду використання відходів кави в Україні. *Молодь: наука та інновації*: Матеріали XI Міжнар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 22-24 листопада 2023 р. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. Том 1. С. 303-304.
7. Сукманов В.О., Комар О.М., Сукманов О.В., Юдіна Т.І. Потенціал використання кавової гущі у технологіях функціональних продуктів харчування. Огляд. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. № 32(3).С. 605-648
8. Лебедєв В.В., Мірошниченко Д.В., Тихомирова Т.С., Савченко Д.В., Мазченко М.В., Мисяк В.Р., Кочетов М.С., Соловей Л.В. Дослідження гібридних екологічно безпечних біодеградабельних композитів на основі полілактиду, кавової гущі та гумінових речовин. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2022. № 4. С. 46-54.
9. Тихомирова Т.С., Шестопалов О.В., Разно М.Р., Кочетов М.С. Дослідження впливу складу компосту на його здатність покращувати якість ґрунтів. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 72-78.
10. Атлас 50-річного моніторингу комплексної оцінки родючості ґрунтів Харківської області (1966-2015 рр.) / Гринченко Т.О., Винник О.Ф., Балюк С.А. та ін.; за ред Гринченка Т.О. Харків, 2018. 248 с.
11. ДСТУ Б В.2.1-23:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення коефіцієнта фільтрації. Чинний від 2010-10-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 18 с. (Національний стандарт України).
12. Воробець М.М., Сема О.В., Сачко А.В. Стандартизація, сертифікація, метрологія та управління якістю : методрекомендації до лабораторних робіт. Чернівці, 2021. 32 с.
13. ДСТУ ISO 11269–2:2002. Якість ґрунту. Визначення дії забруднювачів на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин. Чинний від 2003–10–01. Київ: Держстандарт України. 14 с. (Національний стандарт України).
14. ДСТУ ISO 10381–6:2015. Якість ґрунту. Відбирання проб. Частина 6: Настанови з відбирання, оброблення та зберігання ґрунту в анаеробних умовах лабораторного оцінювання мікробіологічних процесів, біомаси та різноманіття. Чинний від 2016–04–01. Київ: Держспоживстандарт України, 2017. 12 с. (Національний стандарт України).
15. Мічута О. Р., Мартинюк П.М., Герус В.А. Математичне моделювання процесів хімічної та контактної суфозій в грунтах : монографія. Рівне : НУВГП, 2016. 208 с.
16. Полевецький В.В., Собко Ю.Т. Механіка грунтів : консп. лекцій. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 56 с.
17. Кочетов М.С., Тихомирова Т.С. Дослідження впливу відходів споживання кави на рівень pH ґрунтів. *Проблеми надзвичайних ситуацій* : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 16 травня 2024 р. Харків : НУЦЗУ, 2024. С. 306-307.

REFERENCES:

1. Baliuk S.A., Kucher A.V., Maksymenko N.V. (2021) Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy i stratehiia staloho upravlinnia [Soil resources of Ukraine: status, problems and sustainable management strategy]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal*, № 2, P. 3-11. [in Ukrainian].
2. Overkovska T. K. (2020) Ekoloho-pravovi zasady okhorony gruntiv [Environmental and legal principles of soil protection]. *Pidpryiemnytstvo, hospodarstvo i pravo*, № 11, P. 89-105. [in Ukrainian].
3. Zolotarova I. B. (2018) Rodiuchist gruntiv meliorovanykh zemel Lvivskoi oblasti [Soil fertility of reclaimed lands of Lviv region.]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, № 6(76). URLhttps://www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.004 [in Ukrainian].
4. Zaitsev Yu.O., Demchyshyn A.M., Hunchak M.V. (2023) Stan rodiuchosti gruntiv Lvivskoi oblasti [State of soil fertility in Lviv region]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, № 1, P.92-100. [in Ukrainian].
5. Krainiukov O.M., Kryvytska I.A., Naidonova O.I. (2024) Ekoloho-toksykolohichna otsinka yakosti gruntiv terytorii Kharkivskoho raionu Kharkivskoi oblasti [Ecological and toxicological assessment of soil quality in the Kharkiv district of Kharkiv region]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk*, № 7, P. 25-32. [in Ukrainian].

6. Malichenko, V. V. (2023). Analiz suchasnoho dosvidu vykorystannia vidkhodiv kavy v Ukraini : molod: nauka ta innovatsii: materialy XI Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh [Analysis of the modern experience of using coffee waste in Ukraine : youth: science and innovation: materials of the XI International. science and technology conf. students, graduate students and young scientists], 22-24 lystopada 2023 r. Dnipro : NTU «DP», T. 1. P.303-304.
7. Sukmanov V.O., Komar O.M., Sukmanov O.V., Yudina T.I. (2024) Potentsial vykorystannia kavovoi hushchi u tekhnolohiiakh funktsionalnykh produktiv kharchuvannia. Ohliad [The potential of using coffee grounds in functional food technologies. Review]. *Journal of Chemistry and Technologies,*№ 32(3).P. 605-648. [in Ukrainian].
8. Lebediev V.V., Miroshnychenko D.V., Tykhomyrova T.S., Savchenko D.V., Mazchenko M.V., Mysiak V.R., Kochetov M.S., Solovei L.V. (2022) Doslidzhennia hibrydnykh ekolohichno bezpechnykh biodehradabelnykh kompozytiv na osnovi polilaktydu, kavovoi hushchi ta huminovykh rechovyn [Research on hybrid environmentally safe biodegradable composites based on polylactide, coffee grounds and humic substances.]. Intehrovani tekhnolohii ta enerhozberezhennia, № 4, P. 46-54. [in Ukrainian].
9. Tykhomyrova T.S., Shestopalov O.V., Razno M.R., Kochetov M.S. (2024) Doslidzhennia vplyvu skladu kompostu na yoho zdatnist pokrashchuvaty yakist gruntiv [Research into the influence of compost composition on its ability to improve soil quality]. *Ahrarni innovatsii*, № 25, P. 72-78. [in Ukrainian].
10. Atlas 50-richnoho monitorynhu kompleksnoi otsinky rodiuchosti gruntiv Kharkivskoi oblasti (1966-2015 rr.). [Atlas of 50-year monitoring of comprehensive soil fertility assessment of the Kharkiv region (1966-2015 y)] / Hrynchenko T.O., Vynnyk O.F., Baliuk S.A. ta in.; za red Hrynchenka T.O. (2018); Kharkiv, 248 s. [in Ukrainian]
11. DSTU B V.2.1-23:2009 Osnovy ta pidvalyny budynkiv i sporud. Grunty. Metody laboratornoho vyznachennia koefitsiienta filtratsii. Derzhavnyi standart Ukrainy. [Foundations and foundations of buildings and structures. Soils. Methods for laboratory determination of filtration coefficient. State standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian]
12. Vorobets, M.M., Sema, O.V., Sachko, A.V. (2021). Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, metrolohiia ta upravlinnia yakistiu : metodrekomendatsii do laboratornykh robit. [Standardization, certification, metrology and quality management: method recommendations for laboratory work]. Chernivtsi. 32 s. [in Ukrainian].
13. DSTU ISO 11269–2:2002. Yakist gruntu. Vyznachennia dii zabrudniuvachiv na floru gruntu. Chastyna 2. Vplyv khimichnykh rechovyn na prorostannia ta rist vyshchykh roslyn. Derzhavnyi standart Ukrainy [Soil quality. Determination of the impact of pollutants on soil flora. Part 2. Influence of chemicals on germination and growth of higher plants. State standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
14. DSTU ISO 10381–6:2015. Yakist gruntu. Vidbyrannia prob. Chastyna 6: Nastanovy z vidbyrannia, obroblennia ta zberihannia gruntu v anaerobnykh umovakh laboratornoho otsiniuvannia mikrobiolohichnykh protsesiv, biomasy ta riznomanittia. Natsionalnyi standart Ukrainy [Soil quality. Sampling. Part 6. Guidelines for soil selection, treatment and storage under aerobic conditions for laboratory assessment of microbiological processes, biomass and diversity. National standard of Ukraine]. Kyiv [in Ukrainian].
15. Matematychne modeliuvannia protsesiv khimichnoi ta kontaktnoi sufozii v hruntakh : monohrafiia (2016) [Mathematical modeling of chemical and contact suffusion processes in soils: monograph]. / Michuta O. R., Martyniuk P.M., Herus V.A. Rivne : NUVHP, 208 s. [in Ukrainian].
16. Mekhanika hruntiv : konsp. Lektsii (2023) [Soil mechanics: a collection of lectures]. / Polevetskyi V.V., Sobko Yu.T. Chernivtsi : Chernivets. nats. un-t im. Yu. Fedkovycha, 56 s. [in Ukrainian].
17. Kochetov M.S., Tykhomyrova T.S. (2024) Doslidzhennia vplyvu vidkhodiv spozhyvannia kavy na riven pH gruntiv. Problemy nadzvychainykh sytuatsii : materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Research on the influence of coffee consumption waste on the pH level of soils. Problems of emergency situations: materials of the International Scientific and Practical Conference], 16 travnia 2024 r. Kharkiv : NUTsZU, P. 306-307. [in Ukrainian].

Тихомирова Т.С., Кочетов М.С. Дослідження впливу відходів обсмаження та споживання кави на якість ґрунтів

Споживання кави зростає у багатьох країнах, в тому числі в Україні. Цьому сприяє ряду економічних та культурних факторів. При цьому пропорційно зростає кількість відходів, які утворюються при споживанні кави. Органічна природа відходів споживання та обсмаження кави зумовлює їх використання у сільському господарстві в якості добрив. Таке використання притаманне індивідуальним домогосподарствам та невеликим фермерським господарствам, носить несистемний характер. Також на сьогодні нема єдиного науково обґрунтованого підходу щодо раціональних доз внесення таких відходів в залежності як від типу ґрунту, так й від сільськогосподарських культур.

Мета. Дослідити довгостроковий вплив внесення кавової гущі та кавового лушпиння на окремі властивості ґрунтів.

Методи. Польові для відбору зразків ґрунту згідно ДСТУ ISO 10381–6:2015. Натурні для аналізу наслідків внесення кавової гущі та кавового лушпиння у ґрунти. Лабораторний для визначення коефіцієнту фільтрації ґрунтів. Електрометричний метод для визначення pH водної витяжки відходів та ґрунтів.

Результати. Проведені шестирічні дослідження показали, що при щорічному внесенні кавової гущі у глинисті (важки) ґрунти в однаковій кількості спостерігається наступний ефект: перші два роки кавова гуща в цілому позитивно впливає на родючість ґрунтів та розвиток контрольних рослин. На думку авторів, це пов'язано, в першу чергу, з розпушуванням ґрунту, про що свідчить зростання коефіцієнту фільтрації. На третій та четвертий рік спостерігається різке зменшення pH ґрунтів, їх закиснення та пригнічення розвитку контрольних рослин. Це, на думку авторів, в першу чергу, пов'язано з накопиченням кавової гущі в ґрунтах, яка має кислотний pH. Зміна pH ґрунтів було досліджено в тому числі й біологічним методом – появою та активним розвитком *Equisetum arvense L.*, який є індикатором кислих ґрунтів. Внесення кавового лушпиння суттєво не впливає на властивості досліджених ґрунтів.

Висновки. Проведені дослідження показали необхідність ретельного контролю pH ґрунтів при використанні кавової гущі в якості модифікуючого агенту для зміни механічного складу ґрунтів. Визначено оптимальну кількість внесення кавової гущі в ґрунти, яка у сумарному розрахунку не повинна перевищувати 0,2 тони на 1 га для глинистих ґрунтів.

Ключові слова: кавова гуща, кавове лушпиння, коефіцієнт фільтрації, фітотоксичність, pH грунту, родючість ґрунту, полуниця садова.

Tykhomyrova T.S., Kochetov M.S. Coffee roasting and consumption waste impact research on soil quality

Coffee consumption is growing in many countries, including Ukraine. This is facilitated by economic and cultural factors. At the same time, the waste volume generated during coffee consumption is growing proportionally. The coffee consumption and roasting waste organic nature determines their use in agriculture as fertilizers. Such use is inherent in individual households and small farms, and is non-systematic. Also, today there is no single scientifically based approach to rational doses of such waste, depending both on soil and crops type.

Purpose. To study the long-term impact of coffee grounds and coffee husks adding on some soil properties.

Methods. Field for soil sampling according to DSTU ISO 10381–6:2015. Field for analyzing the coffee grounds and coffee husks adding effect to soils. Laboratory for determining the soil's filtration coefficient. Electrometric method for determining the waste and soil water extract pH level.

Results. The six-years studies showed that with the coffee grounds annual introduction into clayey (heavy) soils in the same amount, the following effect is observed: in the first two years, coffee grounds generally have a positive effect on soil fertility and control plants growing. According to the authors, this is primarily due to soil loosening, as evidenced by an increase in the filtration coefficient. In the third and fourth years, a sharp decrease in soil pH is observed, their acidification and control plants inhibition was recorded. This, according to the authors, is primarily due to the coffee grounds accumulation in soils. Coffee grounds have an acidic pH. The change in soil pH was investigated, including by a biological method – the appearance and active *Equisetum arvense L.* development, which is acidic soils indicator. The coffee husks introduction does not significantly affect the studied soils properties.

Conclusions. The conducted studies have shown the need for soil pH control when using coffee grounds as a modifying agent to change the soil's mechanical composition. The coffee grounds optimal volume added to soils has been determined, which in total should not exceed 0.2 tons per 1 ha for clay soils.

Key words: coffee grounds, coffee husks, filtration coefficient, phytotoxicity, soil pH, soil fertility, garden strawberries.

УДК 633.2.631/635
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.26

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ КОРМУ СОРТІВ СТОКОЛОСУ БЕЗОСТОГО

ТКАЧУК О.П. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-0647-6662
Вінницький національний аграрний університет
ГУК І.М. – асистент
orcid.org/0009-0005-4673-9112
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Стоколос безостий – багаторічна кореневищна верхова злакова рослина. Використовується переважно для створення багаторічних сіножатей і пасовищ із сумішей з нещільнокущових трав. Повного розвитку досягає на другий рік життя і за сприятливих умов дає високі врожаї протягом 10-12 років і більше. Відростає рано навесні і скошується двічі. На родючих ґрунтах з достатнім зволоженням урожайність сіна становить 60-90 ц/га, насіння – 7-10 ц/га [1].

Це високостебельна рослина. За сприятливих умов вирощування рослини досягають висоти 120-150 см. Завдяки високій врожайності і облистненості, що пояснюється наявністю в травостої вегетативних пагонів, стоколос безостий займає одне з перших місць серед сінокісних злакових культур [2].

Стоколос безостий висівають у сумішах із злаковими та бобовими культурами. Особливо добре він підходить для змішаного посіву з еспарцетом і люцерною на схилах. Ця культура зимо- та холодостійка, посухостійка та тіньовитривала, але не витримує високого рівня ґрунтових вод [3].

Культура має високу кормову цінність і тому здобуває останнім часом дедалі більше популярності. Кормова цінність цієї трави висока, її добре поїдають усі види тварин. Вміст протеїну в кормі у фазу кущення сягає 23,0-24,4%, а в період цвітіння – 11,7-12,0%, 19,7-24,9% жиру та 8% клітковини. Поживна цінність висока: 100 кг сіна містить 56-58 кормових одиниць і 5,5-5,8 кг перетравного протеїну. Основними характеристиками є те, що зелена маса та сіно багаті на цукри та мінеральні елементи, такі як фосфор, кальцій, калій, сірка, магній та цинк. При скошуванні травостою стоколосу безостого у фазу цвітіння, трава дає два повноцінні укоси [4].

Цінним є також те, що культура є ранньостиглою і період скошування на зелений корм збігається з періодом використання озимої пшениці на зелений корм у силосному зеленому конвеєрі, що робить озимину недоцільним та економічно невигідним кормом [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Впровадження нових високоврожайних сортів багаторічних трав є одним з основних резервів підвищення врожайності на сіножатях і пасовищах щонайменше на 25-30%. Створення нових сортів стоколосу безостого має базуватися на таких основних ознаках: висока продуктивність, спеціалізація щодо характеру використання, стійкість до екстремальних умов середовища і хвороб, високі якісні показники корму [6].

Важливим резервом збільшення виробництва кормів є вирощування нових продуктивних видів і сортів багаторічних кормових трав з високою кормовою і насіннєвою врожайністю, стійкістю до несприятливих факторів середовища і хвороб та довговічністю. Вагому роль у підвищенні врожайності та якості відіграє створення стабільних продуктивних сортів з високою адаптивністю та широкою агроекологічною пластичністю. Вищезазначені характеристики притаманні складним гібридним популяціям стоколосу безостого, в тому числі синтетичним сортам, які здатні адаптуватися до умов навколишнього середовища і при цьому зберігати свою продуктивність у просторі та часі [7].

На сьогодні в Україні вирощуються 13 зареєстрованих сортів стоколосу безостого. Але вони не повністю відповідають вимогам виробництва. Необхідні сорти спеціального призначення – пасовищні, сінокісні або сінокісно-пасовищні, різних екотипів, адаптовані до різних ґрунтово-кліматичних зон України [8].

Урожайність зеленої маси трав – це визначальна ознака, що має найбільш важливе практичне значення. Кормові трави вирощують для гарантування стабільності кормовиробництва, тому вони повинні бути високопродуктивними, придатними давати стабільні врожаї з високою якістю продукції. Урожайність зеленої маси стоколосу безостого залежить від співвідношення кількості вегетативних та генеративних пагонів, висоти травостою, облистяності та інших чинників [9].

Зміни умов навколишнього середовища та догляду за посівами мають значний вплив на якість кормів. Листя є найбільш поживною частиною кормових трав і має набагато вищий вміст білка, ніж інші органи рослин. Вважається, що селекція на облистяність може підвищити вміст білка. Однак деякі дані свідчать про те, що кореляція між цими ознаками не завжди є позитивною [10].

Вища кормова цінність стоколосу безостого пояснюється значною кількістю вегетативних пагонів, які мають більше листя, ніж вегетативні пагони. Крім того, листя, особливо вегетативних пагонів, містить більше поживних речовин. Тому вивчення ознаки кількості вегетативних пагонів є досить важливим питанням у селекції цієї культури. Саме необхідність оптимізації видового складу сортів стоколосу безостого за означеними характеристиками вимагає проведення відповідного аналізу [11, 12].

Мета. Проаналізувати господарсько-цінні показники сортів стоколосу безостого, занесених до Державного реєстру сортів рослин України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися на основі опрацювання матеріалів Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік, що представлені у Інформаційно-довідковій системі «Сорт» Українського інституту експертизи сортів рослин [13].

Проводили аналіз сортів стоколосу безостого за наступними показниками: тривалість вегетації до першого скошування на другий рік вегетації; висота рослин на період збирання першого укосу; параметри зимостійкості, посухостійкості, стійкості до вилягання та до хвороб; облистяність рослин на період збирання першого укосу, вихід сухої речовини з урожаю, вміст білка та клітковини.

Параметри зимостійкості, посухостійкості, стійкості до вилягання та до хвороб оцінювали за дев'ятибальною системою у діапазоні 1-9 балів, де 1 бал відповідає показнику найнижчої стійкості, а 9 балів – найвищої стійкості [14].

Проводили статистично-математичну обробку отриманих даних за показниками кореляційної залежності між досліджуваними показниками та кореляційно-регресійні залежності з представленням коефіцієнта апроксимації, рфівняння регресії та побудови графіків.

Результати досліджень. До Державного реєстру сортів рослин України, придатних для поширення у 2025 році включено 13 сортів стоколосу безостого. За тривалістю вегетації до збирання першого укосу у фазу колосіння сорти мали діапазон 63-115 діб. Найскоростиглішими сортами виявилися Бакай, Іванко – по 63 доби, Скіф – 72 доби, Сокіл – 73 доби. Найдовшу вегетацію до збирання першого укосу мали сорти: Карпатський – 115 діб, Полтавський 5 – 108 діб, Візант – 105 діб (табл. 1).

Важливим показником при вирощуванні стоколосу безостого на сіно чи зелену масу є висота рослин у фазу колосіння. Найнижчими у цю фазу виявилися сорти: Арсен – 70 см, Всеслав – 90 см та Полтавський 5 – 97 см. Найвищими були сорти: Сокіл – 167 см, Візант – 156 см, Топаз – 148 см, Скіф – 140 см.

Екологічними параметрами сортів стоколосу безостого є їх стійкість до несприятливих умов вегетації: зимівлі, посухи, вилягання, хвороб. Зимостійкість сортів стоколосу безостого становила 6-9 балів. Найстійкішими до несприятливих умов зимівлі виявилися сорти Сокіл та Візант, що мали бал стійкості по 9. Найгірше зимують сорти Бакай та Іванко, що мали бал зимостійкості по 6 (табл. 2).

Посухостійкість сортів стоколосу безостого варіювала у діапазоні 7-9 балів. Найбільш посухостійким виявився сорт Візант, що мав бал посухостійкості 9. Найбільше пригнічення посухою відчувають сорти Всеслав, Сокіл, Сиваш, Борозенський 7, що мали бал посухостійкості по 7.

Стійкість до вилягання сортів стоколосу безостого становила 7-9 балів. Найстійкішими до вилягання з балом 9 були сорти: Сокіл, Арсен, Бакай, Борозенський 7, Іванко, Візант. Найбільше вилягають сорти Геліус, Полтавський 5, Сиваш, що мали бал стійкості по 7.

Найвища стійкість до хвороб була виявлена у сортів стоколосу безостого Арсен, Борозенський 7, Візант – по 9 балів. Найбільше уражуються хворобами сорти: Всеслав, Сиваш, Карпатський, Іванко, що мали бал стійкості по 7.

Математично-статистичним аналізом виявлений середній позитивний кореляційний зв'язок між тривалістю вегетаційного періоду до першого укосу та зимостійкістю сортів стоколосу безостого (r = 0,5559). Тобто, чим тривалій період вегетації стоколосу безостого – тим більша зимостійкість сортів. Між висотою рослин стоколосу безостого у першому укосі та зимостійкістю сортів виявлений сильний позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,7397). Тобто, чим вищі рослини стоколосу безостого у першому укосі – тим більша зимостійкість їх сортів.

При заготівлі кормів важливим показником урожаю є облистяність рослини. У сортів стоколосу безостого цей показник становив 50-70%. Найвищу облистяність мав сорт Полтавський 5 – 70%, Топаз – 66%, Геліус – 65%. Найменша облистяність рослини була характерна

Таблиця 1

Тривалість вегетації сортів стоколосу безостого до першого укосу та укісна висота рослин

Сорт	Тривалість вегетації до першого укосу, діб	Висота рослин на період збирання першого укосу, см
Геліус	дані відсутні	128
Топаз	80	148
Скіф	72	140
Полтавський 5	108	97
Всеслав	дані відсутні	90
Сокіл	73	167
Сиваш	дані відсутні	дані відсутні
Арсен	76	70
Карпатський	115	105
Бакай	63	дані відсутні
Борозенський 7	80	115
Іванко	63	дані відсутні
Візант	105	156

Таблиця 2

Екологічна стійкість сортів стоколосу безостого до несприятливих умов вегетації, балів

Сорт	Зимостійкість	Посухо-стійкість	Стійкість до вилягання	Стійкість до хвороб
Геліус	8	8	7	8
Топаз	8	8	8	8
Скіф	8	8	8	8
Полтавський 5	8	8	7	8
Всеслав	7	7	8	7
Сокіл	9	7	9	8
Сиваш	7	7	7	7
Арсен	7	8	9	9
Карпатський	8	8	8	7
Бакай	6	8	9	8
Борозенський 7	7	7	9	9
Іванко	6	8	9	7
Візант	9	9	9	9

Таблиця 3

Продуктивність та якість корму сортів стоколосу безостого

Сорт	Облистяність рослини, %	Вихід сухої речовини, ц/га	Вміст білку, %	Вміст клітковини, %
Геліус	65	74,9	10,5	31,3
Топаз	66	73,4	13,4	30,5
Скіф	61	73,7	14,6	27,5
Полтавський 5	70	75,9	12,4	26,8
Всеслав	57	64,5	12,4	25,8
Сокіл	60	дані відсутні	13,8	36,0
Сиваш	60	70,0	10,0	32,0
Арсен	50	дані відсутні	7,1	32,5
Карпатський	60	дані відсутні	8,7	25,6
Бакай	55	70,0	10,8	30,8
Борозенський 7	53	59,4	9,7	30,6
Іванко	56	66,0	10,7	29,4
Візант	60	дані відсутні	12,0	28,5

для сортів Арсен – 50%, Борозенський 7 – 53%, Бакай – 55%, Іванко – 56% (табл. 3).

Найвищий вихід сухої речовини з урожаю був встановлений у сортів: Полтавський 5 – 75,9 ц/га, Геліус – 74,9 ц/га, Скіф – 73,7 ц/га, Топаз – 73,4 ц/га. Найнижчий вихід сухої речовини був встановлений у сортів Борозенський 7 – 59,4 ц/га, Всеслав – 64,5 ц/га, Іванко – 66,0 ц/га.

Вміст білку у кормі сортів стоколосу безостого становив 7,1-14,6%. Найбільше білку мали сорти: Скіф – 14,6%, Сокіл – 13,8%, Топаз – 13,4%, а найменше – Арсен – 7,1%, Карпатський – 8,7%, Борозенський – 9,7%. Вміст клітковини у кормі коливався у діапазоні 25,6-36,0%. Найменше клітковини мав корм сортів: Карпатський – 25,6%, Всеслав – 25,8%, Полтавський 5 – 26,8%. Найбільше клітковини містилося у кормі сортів: Сокіл – 36,0%, Арсен – 32,5%, Сиваш – 32,0%.

Між облистяністю рослин та виходом сухої речовини сортів стоколосу безостого встановлений сильний позитивний кореляційний зв’язок (r = 0,7244). Це вказує на те, що при збільшенні облистяності рослин стоколосу безостого зростає вихід з урожаю сухої речовини. Графічна залежність, рівняння регресії між досліджуваними величинами, коефіцієнт апроксимації представлені на рис. 1.

Між облистяністю рослин та вмістом у кормі білка встановлений середній позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,5547). Тобто, чим вища облистяність рослин – тим вищий вміст білку у кормі має сорт стоколосу безостого. Між тривалістю вегетаційного періоду сортів стоколосу безостого та вмістом у кормі клітковини встановлений середній негативний кореляційний зв'язок (r = – 0,5303). Тобто, чим довший вегетаційний період у сортів стоколосу безостого до першого укосу – тим нижчий вміст клітковині у кормі. Між висотою рослин стоколосу безостого та вмістом у кормі білку встановлений сильний позитивний кореляційний зв'язок (r = 0,6860). Виходячи з цього, чим вищі рослини у першому укосі – тим вищий вміст білку у кормі мають сорти.

Між зимостійкістю сортів та облистяністю рослин встановлений середній позитивний кореляційний

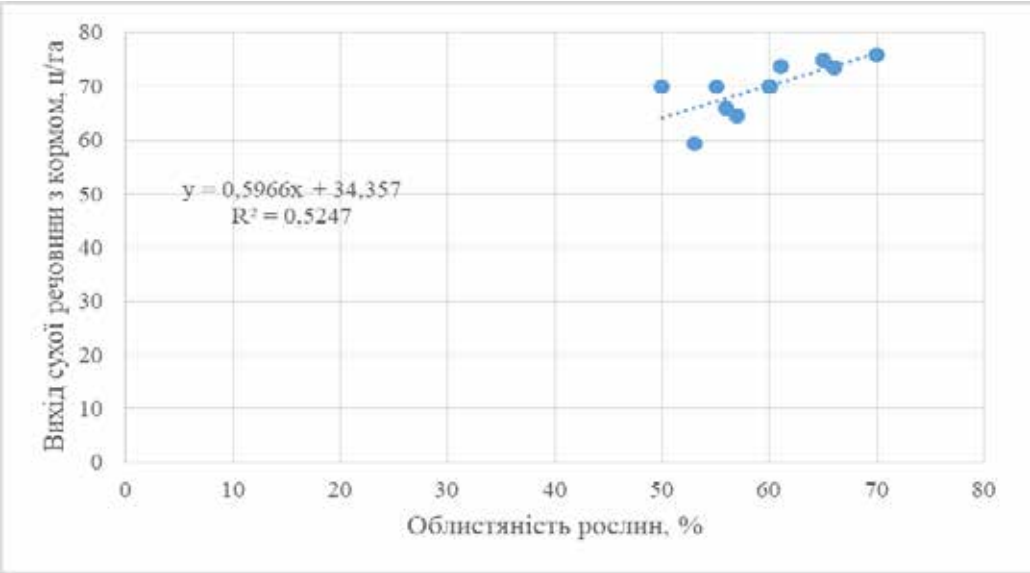


Рис. 1. Графічна залежність, рівняння регресії, коефіцієнт апроксимації між облистяністю рослин та виходом сухої речовини з кормом сортів стоколосу безостого

зв'язок (r = 0,5489). Тому при більшій зимостійкості рослин зростає їх облистність. Між стійкістю до вилягання стебла та облистяністю рослин встановлений сильний негативний кореляційний зв'язок (r = – 0,7230). Це вказує на те, що при збільшенні стійкості рослин до вилягання – облистяність їх зменшується. Між стійкістю до вилягання стебла та виходом сухої речовини рослин встановлений середній негативний кореляційний зв'язок (r = – 0,5548). Це вказує на те, що при збільшенні стійкості рослин до вилягання – вихід сухої речовини з кормом зменшується.

Таким чином встановлено, що найвищий вихід сухої речовини з кормом сорту Полтавський 5 – 75,9 ц/га забезпечується найвищою облистяністю рослин – 70%, низьким вмістом клітковини – 26,8%, низькою стійкістю до вилягання рослин – 7 балів, тривалим періодом вегетації до збору першого укосу – 108 діб та незначною висотою рослин – 97 см.

Висока продуктивністю сорту Геліус – 74,9 ц/га сухої речовини поєднується з високою облистяністю рослин – 65%, низькою стійкістю до вилягання рослин – 7 балів. Висока продуктивність сухої речовини сорту Скіф – 73,7 ц/га забезпечується найвищим вмістом білка – 14,6%, низьким вмістом клітковини – 27,5%, коротким періодом вегетації – 72 доби, значною висотою рослин у першому укосі – 140 см. Сорт Топаз забезпечив високий вихід сухої речовини – 73,4 ц/га за рахунок високої облистяності рослин – 66%, високого вмісту білку у кормі – 13,4%, значної висоти рослин – 148 см.

Найнижчий вихід сухої речовини у сорту Борозенський 7 – 59,4 ц/га був поєднаний з низькою облистяністю рослин – 53%, низьким вмістом білку – 9,7%, низькою посухостійкістю – 7 балів, але високою стійкістю до вилягання та хвороб – по 9 балів. Низька продуктивність сорту Всеслав – 64,5 ц/га сухої речовини була поєднана з низьким вмістом клітковини у кормі – 25,8%, низькими посухостійкістю та стійкістю до хвороб – по 7 балів та низькою висотою рослин у першому укосі – 70 см. Сорт Іванко забезпечив низький вихід сухої речовини – 66,0 ц/га за поєднання низької облистяності рослин – 56%, низької зимостійкості – 6 бадів, стійкості до хвороб – 7 балів, але високої стійкості до вилягання – 9 балів та мав найкоротший період вегетації – 63 доби.

Висновки. Найвищий вихід сухої речовини з урожаю був встановлений у сортів стоколосу безостого: Полтавський 5 – 75,9 ц/га, Геліус – 74,9 ц/га, Скіф – 73,7 ц/га, Топаз – 73,4 ц/га. Найбільше білку у кормі мали сорти: Скіф – 14,6%, Сокіл – 13,8%, Топаз – 13,4%. Найвищу облистяність рослин мали сорти: Полтавський 5 – 70%, Топаз – 66%, Геліус – 65%. Найстійкішими до несприятливих умов зимівлі виявилися сорти Сокіл та Візант, що мали бал стійкості по 9. Найбільш посухостійким виявився сорт Візант, що мав бал посухостійкості 9. Найстійкішими до вилягання з балом 9 були сорти: Сокіл, Арсен, Бакай, Борозенський 7, Іванко, Візант. Найвища стійкість до хвороб була виявлена у сортів стоколосу безостого Арсен, Борозенський 7, Візант – по 9 балів. Найбільшу висоту стебла формують сорти: Сокіл – 167 см, Візант – 156 см, Топаз – 148 см, Скіф – 140 см.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стоколос безостий – король злакових трав. *Пропозиція*. URL: https://propozitsiya.com/ua/stokolos-bezostiy-korol-zlakovih-trav (дата звернення 21.01.2025).
2. Марініч Л.Г., Бараболя О.В., Кавалір Л.В. Порівняльна оцінка ефектів загальної комбінаційної здатності зразків стоколосу безостого методом полікросу та діалельного аналізу за елементами кормової та насіннєвої продуктивності. *Вісник ПДАА*. 2021. № 2. С. 74-80.
3. Марініч Л.Г., Бараболя О.В., Кавалір Л.В. Вплив сортових особливостей селекційних зразків стоколосу

безостого на довговічність і урожайність травостою. *Вісник ПДАА*. 2021. № 1. С. 90-96.
4. Аверчев О.В., Василенко Н.Є. Насіннєва продуктивність і посівні якості стоколосу безостого залежно від передпосівної обробки насіння азот фіксуючими біопрепаратами. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 3-11.
5. Аверчев О.В., Василенко Н.Є. Необхідність досягнення удосконалення системи удобрення стоколосу безостого для отримання найкращих врожаїв. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2019. № 6. С. 20-25.
6. Василенко Н.Є. Продуктивність сортів стоколосу безостого залежно від позакореневого підживлення органічним добривом Біо-гель. *Таврійський науковий вісник.* 2021. № 121. С. 13-20.
7. Барилко М.Г., Марініч Л.Г. Формування ознакової колекції кострецю безостого в умовах Полтавщини. *Генетичні ресурси рослин*. 2017. № 20. С. 99-107.
8. Бугайов В.В., Мар'янко О.С. Вихідний матеріал для селекції стоколосу безостого за умов Центрального Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво.* 2017. Вип. 84. С. 26-31.
9. Кобиліна Н.О., Боровик В.О., Стародубцева М.В. Селекція стоколосу безостого з використанням сортів різних еколого-географічних груп. *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 56. С. 262-269.
10. Байструк-Глодан Л.З., Коник Г.С., Хом'як М.М. Оцінка селекційного матеріалу стоколосу безостого (*bromus inermis* leyss) на схилових землях карпатського регіону. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 66. С. 21-36.
11. Марініч Л.Г., Антонець О.А. Вплив строків посіву на продуктивність стоколосу безостого в умовах Лісостепу України. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 45-50.
12. Ткачук О.П. Екологічні сукцесії багаторічних люцерно-стоколосових агрофітоценозів. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2013. Вип. 1 (36), т. 1. С. 121-126.
13. Інформаційно-довідкова система Сорт. URL: http://sort.sops.gov.ua/search/search (дата звернення 05.01.2025.).
14. Методика проведення експертизи сортів рослин групи кормових та коренеплідних на відмінність, однорідність і стабільність. За ред. Ткачик С.О. Вінниця: ФОП Корзун Д.Ю., 2016. 983 с.

REFERENCES:

1. *Stokolos bezostyi – korol zlakovykh trav* [The thornless stokolos is the king of grasses]. *Propozytsiia* – Offer. URL: https://propozitsiya.com/ua/stokolos-bezostiy-korol-zlakovih-trav (date of application 21.01.2025). [in Ukrainian]
2. Marinich L.G., Barabolya O.V., Cavalir L.V. (2021), *Porivnialna otsinka efektiv zahalnoi kombinatsiinoi zdatnosti zrazkiv stokolosu bezostoho metodom polikrosu ta dialelnoho analizu za elementamy kormovoi ta nasinnievoi produktyvnosti* [Comparative assessment of the effects of the general combining ability of the samples of thornless corn by the method of polycross and diallel analysis on the elements of fodder and seed productivity]. *Visnyk PDAA* – PDAA Bulletin. No. 2. P. 74-80. [in Ukrainian]
3. Marinich L.G., Barabolya O.V., Cavalir L.V. (2021), *Vplyv sortovykh osoblyvostei selektsiinykh zrazkiv stokolosu bezostoho na dovhovichnist i urozhainist travostoiu* [The influence of varietal characteristics of selection samples of the thornless sedge on the durability and productivity of the grass stand]. *Visnyk PDAA* – PDAA Bulletin. No. 1. P. 90-96. [in Ukrainian]
4. Averchev O.V., Vasylenko N.E. (2019), *Nasinnieva produktyvnist i posivni yakosti stokolosu bezostoho zalezhno vid peredposivnoi obrobky nasinnia azot fiksuiuchymy biopreparatamy* [Seed productivity and seeding quality of thornless corn depending on the pre-sowing treatment of seeds with nitrogen-fixing biopreparations]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* – Taurian Scientific Herald. No. 107. P. 3-11. [in Ukrainian]
5. Averchev O.V., Vasylenko N.E. (2019), *Neobkhidnist dosiahnennia udoskonalennia systemy udobrennia stokolosu bezostoho dlia otrymannia naikrashchykh vrozhaiv* [The need to achieve the improvement of the system of fertilization of thornless sorghum to obtain the best yields]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu* – Bulletin of the Khmelnytskyi National University. No. 6. P. 20-25. [in Ukrainian]
6. Vasylenko N.E. (2021), *Produktyvnist sortiv stokolosu bezostoho zalezhno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia orhanichnym dobryvom Bio-hel* [Productivity of thornless cornflower varieties depending on foliar fertilizing with Bio-gel organic fertilizer]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk* – Taurian Scientific Bulletin. No. 121. P. 13-20. [in Ukrainian]
7. Barylko M.G., Marinich L.G. (2017), *Formuvannia oznakovoi kolektsii kostretsiu bezostoho v umovakh Poltavshchyny* [The formation of a characteristic collection of the boneless kostretsy in the conditions of the Poltava region]. *Henetychni resursy roslyn* – Genetic resources of plants. No. 20. P. 99-107. [in Ukrainian]
8. Bugayov V.V., Maryanko O.S. (2017), *Vykhidnyi material dlia selektsii stokolosu bezostoho za umov Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy* [Source material for the selection of thornless sedge under the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo* – Fodder and fodder production. Issue 84. P. 26-31. [in Ukrainian]
9. Kobylina N.O., Borovyk V.O., Starodubtseva M.V. (2011), *Selektsiia stokolosu bezostoho z vykorystanniam sortiv riznykh ekoloho-heohrafichnykh hrup* [Selection of seedless corn using varieties of different ecological and geographical groups]. *Zroshuvane zemlerobstvo* – Irrigated agriculture. Issue 56. P. 262-269. [in Ukrainian]
10. Baistruk-Glodan L.Z., Konyk G.S., Khomyak M.M. (2019), *Otsinka selektsiinoho materialu stokolosu bezostoho (bromus inermis leyss) na skhylovykh zemliakh karpatskoho rehionu* [Evaluation of breeding material of bromus inermis leyss on the slopes of the Carpathian region]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo* – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Issue 66. P. 21-36. [in Ukrainian]
11. Marinich L.G., Antonets O.A. (2021), *Vplyv strokiv posivu na produktyvnist stokolosu bezostoho v umovakh Lisostepu Ukrainy* [The influence of sowing dates on the productivity of thornless spikelet in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk PDAA* – PDAA Bulletin. No. 3. P. 45-50. [in Ukrainian]
12. Tkachuk O.P. (2013), *Ekolohichni suktsesii bahatorichnykh liutserno-stokolosovykh ahrofitotsenoziv*,

[Ecological successions of perennial alfalfa-stalked agrophytocenoses]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu* – Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University. Issue 1 (36), vol. 1. P. 121-126. [in Ukrainian]
13. *Informatsiino-dovidkova systema Sort* [Sort information and reference system]. URL: http://sort.sops.gov.ua/search/search (access date 01.05.2025). [in Ukrainian]
14. *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy kormovykh ta koreneplidnykh na vidminnist, odnoridnist i stabilnist* [Methodology for examination of plant varieties of the group of forage and root crops for distinction, homogeneity and stability]. Under the editorship Tkachyk S.O. Vinnytsia: FOP Korzun D.Yu., 2016. 983 p. [in Ukrainian]

Ткачук О.П., Гук І.М. Продуктивність та якість корму сортів стоколосу безостого

Мета. Проаналізувати господарсько-цінні показники сортів стоколосу безостого, занесених до Державного реєстру сортів рослин України.

Методи. Дослідження проводилися на основі опрацювання матеріалів Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік, що представлені у Інформаційно-довідковій системі «Сорт» Українського інституту експертизи сортів рослин.

Результати. До Державного реєстру сортів рослин України, придатних для поширення у 2025 році включено 13 сортів стоколосу безостого. За тривалістю вегетації до збирання першого укосу у фазу колосіння сорти мали діапазон 63-115 діб. Найскоростиглішими сортами виявилися Бакай, Іванко – по 63 доби, Скіф – 72 доби, Сокіл – 73 доби. Найдовшу вегетацію до збирання першого укосу мали сорти: Карпатський – 115 діб, Полтавський 5 – 108 діб, Візант – 105 діб.

Важливим показником при вирощуванні стоколосу безостого на сіно чи зелену масу є висота рослин у фазу колосіння. Найнижчими у цю фазу виявилися сорти: Арсен – 70 см, Всеслав – 90 см та Полтавський 5 – 97 см. Найвищими були сорти: Сокіл – 167 см, Візант – 156 см, Топаз – 148 см, Скіф – 140 см.

Висновки. Найвищий вихід сухої речовини з урожаю був встановлений у сортів стоколосу безостого: Полтавський 5 – 75,9 ц/га, Геліус – 74,9 ц/га, Скіф – 73,7 ц/га, Топаз – 73,4 ц/га. Найбільше білку у кормі мали сорти: Скіф – 14,6%, Сокіл – 13,8%, Топаз – 13,4%. Найвищу облистяність рослин мали сорти: Полтавський 5 – 70%, Топаз – 66%, Геліус – 65%. Найстійкішими до несприятливих умов зимівлі виявилися сорти Сокіл та Візант, що мали бал стійкості по 9. Найбільш посухостійким виявився сорт Візант, що мав бал посухостійкості 9. Найстійкішими до вилягання з балом 9 були сорти: Сокіл, Арсен, Бакай, Борозенський 7, Іванко, Візант. Найвища стійкість до хвороб була виявлена у сортів стоколосу безостого Арсен, Борозенський 7, Візант – по 9 балів. Найбільшу висоту стебла формують сорти: Сокіл – 167 см, Візант – 156 см, Топаз – 148 см, Скіф – 140 см.

Ключові слова: стоколос безостий, сорти, урожайність, якість, стійкість.

Tkachuk O.P., Huk I.M. Productivity and forage quality of seedless corn varieties

Goal. To analyze the economic and valuable indicators of varieties of thornless cornflower, entered in the State Register of Plant Varieties of Ukraine.

Methods. The research was conducted on the basis of processing the materials of the State Register of Plant Varieties suitable for distribution in Ukraine for 2025, which are presented in the "Variety" Information and Reference System of the Ukrainian Institute of Plant Varieties Expertise.

The results. The State Register of Plant Varieties of Ukraine, suitable for distribution in 2025, includes 13 varieties of thornless cornflower. The duration of the growing season before harvesting the first crop in the earing phase ranged from 63 to 115 days. The fastest ripening varieties were Bakai, Ivanko – 63 days each, Skif – 72 days, Sokil – 73 days. The longest growing season before harvesting the first crop was the following varieties: Carpathian – 115 days, Poltava 5 – 108 days, Byzantium – 105 days.

An important indicator when growing thornless corn for hay or green mass is the height of the plants in the earing phase. The lowest varieties in this phase were: Arsen – 70 cm, Vseslav – 90 cm and Poltavskyi 5 – 97 cm. The highest varieties were: Falcon – 167 cm, Byzant – 156 cm, Topaz – 148 cm, Skif – 140 cm.

Conclusions. The highest yield of dry matter from the crop was established in the varieties of awnless wheat: Poltavsky 5 – 75.9 c/ha, Gelius – 74.9 c/ha, Skif – 73.7 c/ha, Topaz – 73.4 c/ha. The varieties with the highest protein content in the feed were: Skif – 14.6%, Sokil – 13.8%, Topaz – 13.4%. The varieties with the highest leafiness of the plants were: Poltavsky 5 – 70%, Topaz – 66%, Gelius – 65%. The varieties Sokil and Vizant, which had a resistance score of 9 each, were the most resistant to adverse wintering conditions. The most drought-resistant variety was Vizant, which had a drought resistance score of 9. The varieties most resistant to lodging with a score of 9 were: Sokil, Arsen, Bakai, Borozensky 7, Ivanko, Vizant. The highest resistance to diseases was found in the varieties of awnless wheatgrass Arsen, Borozensky 7, and Byzant – 9 points each. The varieties with the highest stem height are: Sokol – 167 cm, Byzant – 156 cm, Topaz – 148 cm, and Skif – 140 cm.

Key words: thornless cornflower, varieties, productivity, quality, stability.

УДК 633.11:631.426.3:631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.27

ПРОДУКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СІВБИ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ТРЕМБІЦЬКА О.І. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-1152-0215
Поліський національний університет
СТОЛЯР С.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-5925-2008
Поліський національний університет
КРОПИВНИЦЬКИЙ Р.Б. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-7833-3396
Поліський національний університет

Постановка проблеми. На сьогодні соняшник є основною олійною культурою в Україні, і його площі вирощування постійно зростають завдяки високому попиту на насіння для переробної промисловості. Проте, збільшення обсягів виробництва можливе не лише за рахунок розширення площ, але й завдяки впровадженню новітніх гібридів з високим потенціалом продуктивності та покращенням технології вирощування.

Одним з ключових чинників, що впливають на врожайність гібридів соняшнику, є вибір оптимальних строків сівби. Саме строки сівби визначають умови для росту і розвитку рослин, а також впливають на якість та кількість врожаю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасному землеробстві гібриди соняшнику є ключовим фактором інтенсифікації виробництва та підвищення його якості. Не випадково в країнах, де вирощування соняшнику є дуже ефективним, застосовуються виключно гібриди. За останні 10 років, завдяки широкому переходу на гібридний соняшник, його виробництво подвоїлося, а врожайність зросла в півтора рази [1].

Сучасні гібриди соняшнику мають високий потенціал продуктивності, що дозволяє досягати урожайності насіння близько 3,5–4,5 т/га при високому вмісті олії (49–52 %). Однак, максимальний потенціал продуктивності таких рослин може бути реалізований лише при дотриманні всіх агротехнічних прийомів вирощування, які створюють оптимальні умови для їх росту і розвитку [2, 3].

Вирощування гібридів соняшнику з високим вмістом олеїнової кислоти є перспективним напрямком для українських аграріїв і може забезпечити додатковий дохід. Технологія вирощування таких гібридів не потребує додаткових витрат, оскільки вона не відрізняється від звичайної технології, лише застосовуються специфічні гібриди. Водночас, високоолеїнова соняшникова олія має вищу ціну та користується великим попитом в країнах Євросоюзу завдяки популярності здорового харчування та потребі олієжирової промисловості в нових типах олій з потрібними якостями, але дешевших, ніж інші з подібними характеристиками [4, 7].

Оптимальним строком сівби високоолійних гібридів у Лісостепу України вважається період, коли середньодобова стійка температура ґрунту на глибині 10 см досягає +10…+12 °С, що зазвичай припадає на кінець квітня – початок травня.

Даний строк сівби дозволяє знищити більшість сходів ранніх однорічних бур'янів передпосівною культивацією, загорнути насіння в добре прогрітий та чистий від бур'янів ґрунт і забезпечити дружні та сильні сходи на 9–12-й день після сівби [6].

Результати досліджень різних науково-дослідних установ дозволяють допустити відстрочку сівби на 10–15 днів від оптимальних строків. Однак посів насіння після першої декади червня може призвести до зниження врожайності насіння та олійності.

За результатами досліджень В. М. Тоцького, відтермінування строків сівби до першої декади травня дозволяло досягати максимальної врожайності насіння. Однак, у роки з швидким настанням тепла навесні, ранні строки сівби забезпечували врожайність, схожу на середні строки. В дослідженнях було відзначено, що пізні строки сівби, за винятком деяких років, призводили до зниження врожайності [5].

Оптимальні строки сівби в різних ґрунтових і кліматичних зонах не завжди відповідають однаковим календарним датам. Вчені рекомендують проводити сівбу тоді, коли в ґрунті є сприятливі умови для проростання насіння, появи сходів і їхнього оптимального розвитку. Іншими словами, для максимально реалізації потенціалу рослин необхідно, щоб умови навколишнього середовища відповідали потребам рослин [8-10].

Метою проведення досліджень було встановлення оптимальних строків сівби гібридів соняшнику для підвищення їх урожайності та якості.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження щодо вивчення впливу строків сівби на урожайність і якісні показники зерна соняшнику проводилися упродовж 2022–2024 років в умовах ТОВ «Агролан «Поділля»» Козятинського району Вінницької області.

Програмою досліджень очікувалося проведення дослідів сортових особливостей та агротехніки для вирощування соняшнику шляхом закладення польового досліду відповідної до загальноприйнятої методики в трикратній повторності, з розміщенням ділянок систематично. Польовий дослід – двофакторний: гібриди соняшнику (фактор А), строки сівби (фактор В).

Схема досліду

Гібрид (фактор А)	Строки сівби (фактор В)
НК Неома	20 квітня
	2 травня
	12 травня
Рімі 2	20 квітня
	2 травня
	12 травня

Технологія вирощування соняшнику на досліджуваних ділянках загальноприйнята для зони Лісостепу України, за винятком елементів, які вивчалися під час експерименту.

Результати досліджень. Соняшник є однією з найважливіших культур олійних в Україні та світі. Його стійкість до основних хвороб стебла та кошиків відіграє ключову роль у досягненні високих врожаїв.

Упродовж 2022–2024 років не було зафіксовано жодного випадку ураження рослин фомозом та білою гниллю у гібриду Рімі 2, незалежно від строків сівби. Це пов'язано з його генетичною стійкістю до цих хвороб. Натомість у іншого гібриду кількість уражених рослин змінювалася в залежності від строків сівби (рис. 1).

На рис. 1 відображена стійкість гібридів соняшнику до мікозів. Відзначимо, що спостерігається тенденція до зменшення рівня ураженості при пізніх строках сівби у обох гібридів. Максимальний розвиток грибних хвороб у всіх досліджуваних гібридів соняшнику зафіксовано за раннього строку сівби – 20 квітня.

Гібрид НК Неома демонструє зниження рівня ураження мікозами залежно від строків сівби: фомозом до 5,9 %, білою гниллю до 3,2 %, серторіозом до 3,4 % за пізнього строку сівби (12 травня). Гібрид Рімі 2 продемонстрував стійкість до фомозу та білої гниллі, розвиток інших досліджуваних хвороб не перевищував економічного порогу шкідливості. Відзначимо, що гібрид НК Неома є більш чутливим до зміни строків сівби.

Отже, гібрид Рімі 2 є більш перспективним з точки зору стійкості до основних хвороб соняшнику, тоді як НК Неома потребує ретельного підбору строків сівби для мінімізації рівня ураження.

Урожайність соняшнику істотно залежить від строків посіву. Час посіву є важливим фактором, який впливає на розвиток культури та кінцевий врожай. Соняшник є тепло- та світлолюбною культурою, і для його нормального розвитку необхідно, щоб температура ґрунту була не менше 8–10 °С. Посів за пізніх строків може призвести до того, що рослини не встигнуть розвинутися до похолодання або обміну температур, що негативно позначиться на врожаї.

Результати власних досліджень демонструють урожайність гібридів соняшнику за різних строків сівби, яка варіювала від 3,5 до 4,3 т/га (рис. 2).

Сівба 20 квітня забезпечила урожайність від 3,5 до 4,1 т/га в залежності від гібриду. Найменш продуктивним був гібрид НК Неома з врожайністю 3,5 т/га, тоді як гібриди Рімі 2 забезпечив – 4,1 т/га.

При сівбі 12 травня урожайність варіювалась від 3,7 до 4,0 т/га. Вищий результат був у гібрида НК Неома – 4,0 т/га, тоді як меншу врожайність продемонстрував Рімі 2– 3,7 т/га при пізніших строках посіву.

Таким чином, в середньому за роки досліджень максимальну продуктивність забезпечив гібрид Рімі 2 за сівби 2 травня, становила 4,3 т/га.

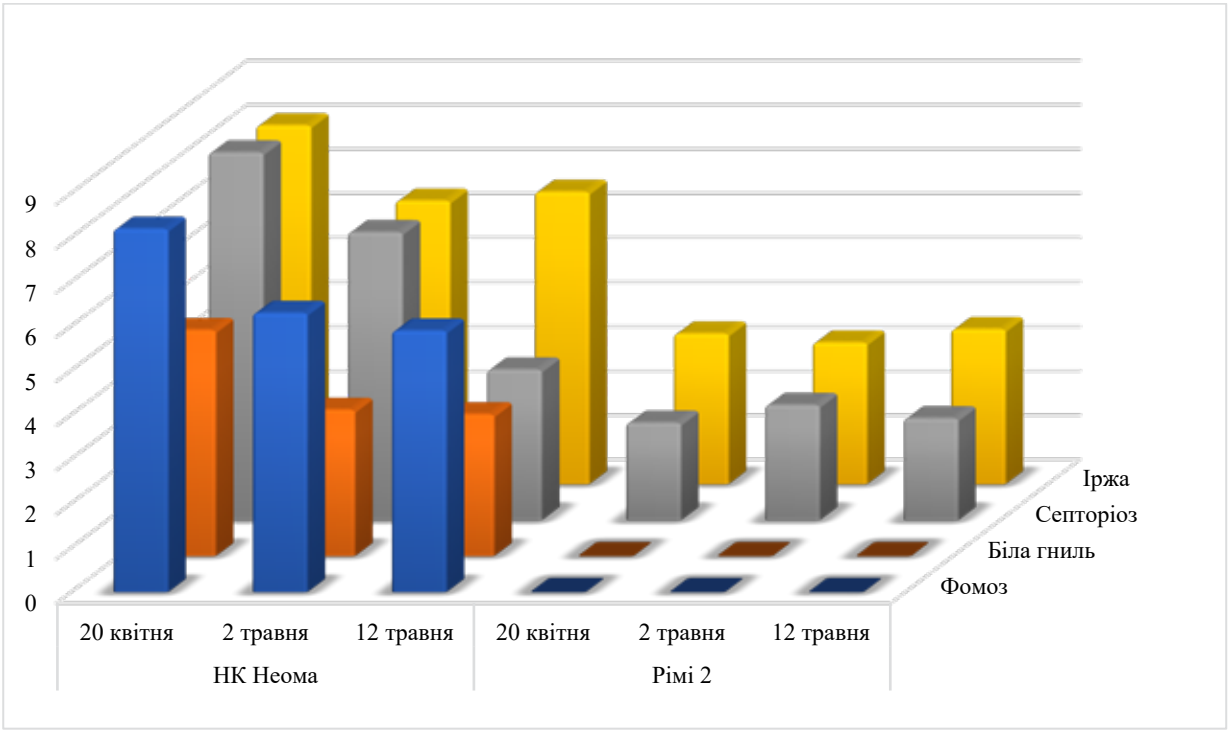


Рис. 1. Ступінь ураження соняшнику мікозами, 2022–2024

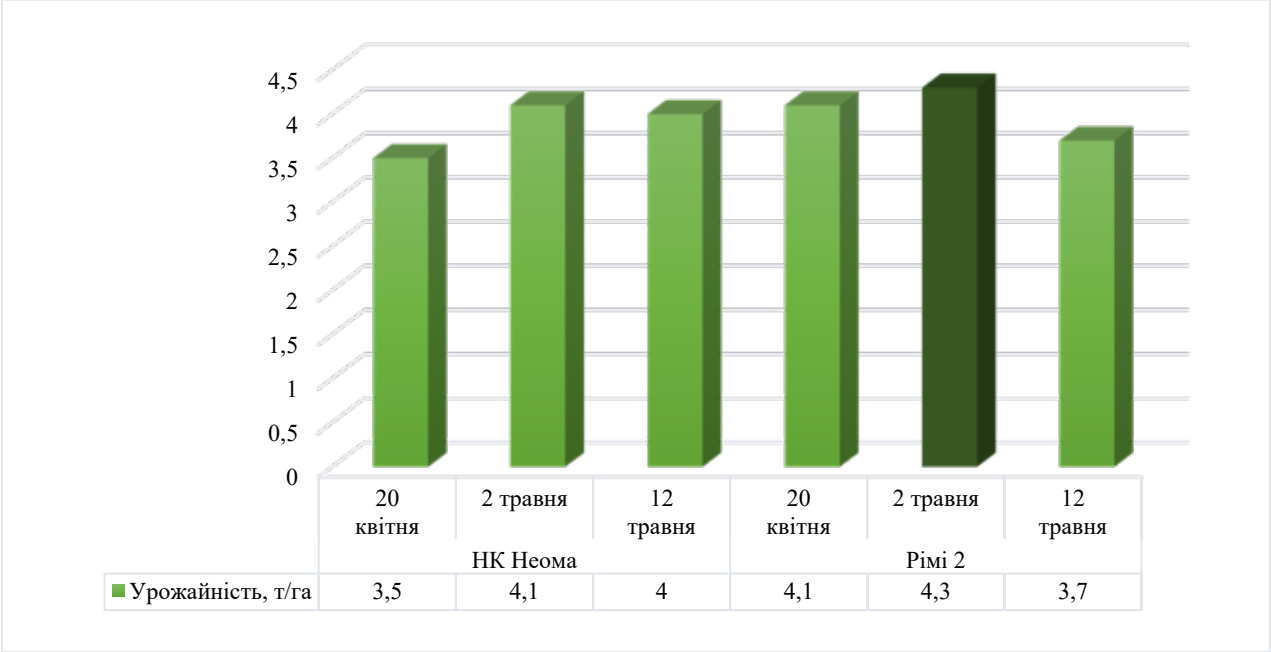


Рис. 2. Урожайність гібридів соняшника, 2022–2024

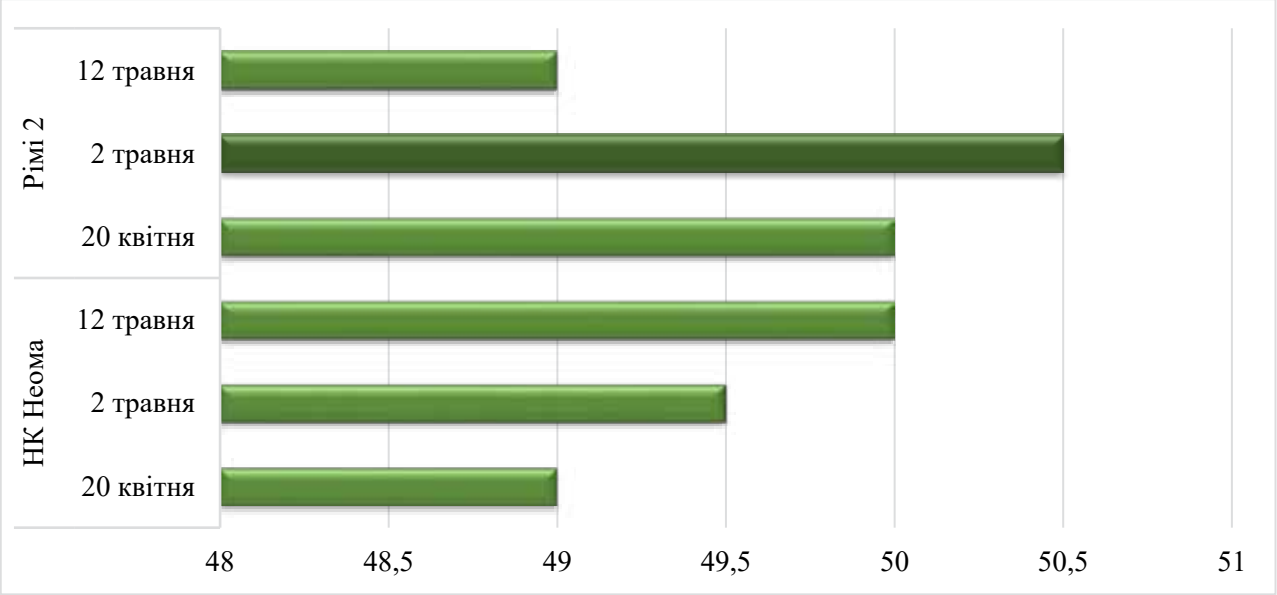


Рис. 3. Вплив строків сівби на олійність гібридів соняшнику, 2022–2024

Олійність соняшнику є один з основних показників його продуктивності, який впливає на якість і кількість отриманої олії з насіння. Олійність залежить від багатьох факторів, серед яких одним із важливих є строк сівби. Тому розглянемо, як строки сівби соняшнику впливають на його олійність (рис. 3).

В середньому за роки досліджень найбільшу олійність гібридів соняшнику було сформовано за сівби 2 травня – 50,5 %. Кращим серед гібридів виявився Рімі 2, оскільки за сівби 20 квітня та 2 травня мав найбільшу олійність на рівні 50,0 та 50,5 % відповідно.

Найменші показники олійності незалежно від строків сівби було зафіксовано у гібрида НК Неома. За сівби 20 квітня було отримано найменшу олійність гібридів соняшнику – 49,0 %.

Отже, оптимальним строком посіву для досліджуваних гібридів є 2 травня, коли ґрунт погрівся і вже не існувало ризику заморозків. У цей період соняшник активно формував листову масу, що забезпечило інтенсивне накопичення олії в насінні. Олійність при таких строках зазвичай є максимальною, а врожайність і якість олії мало найкраще співвідношення.

Висновки. Підсумуючи зазначимо, що для досліджуваних гібридів соняшнику в Лісостепу оптимальним строком сівби є 2 травня. Даний строк забезпечує найкращі умови для розвитку рослини та

максимальну врожайність на рівні 4,3 т/га у гібрида Рімі 2. Відзначимо, що при пізніх строках сівби урожай знижувався через коротший вегетаційний період, а при раніших – спостерігали ще весняні заморозки, які суттєво вплинули на урожайність соняшнику. Отже, дотримання рекомендованих строків сівби та використання високопродуктивних гібридів є основою для підвищення врожайності соняшнику в Лісостепу України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посіб. / В. П. Петренкова та ін. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва, 2012. 320 с.
2. Shabir H. W., Hitesh K. S., Vikas G. Present status and future prospects for heterosis breeding in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Asian Journal of Science and Technology*. 2010. № 2. P. 49–54.
3. Adalatzadeh-Aghdam S., Toorchi M., Shakiba M. Heterosis investigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by two-dimensional electrophoresis. *International Journal of Biosciences*. 2014. № 4. P. 70–78.
4. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення : монографія / Є. О. Домарацький та ін. Херсон : Олді-плюс, 2020. 160 с.
5. Тоцький В. М. Вплив строків сівби на формування елементів продуктивності та врожайності соняшнику. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2009. № 1. С. 122–124.
6. Шляхи оптимізації водоспоживання соняшника високоолеїнового типу за умов зміни клімату / Є. О. Домарацький та ін. *Аграрні інновації*. 2022. № 10. С. 34–41. URL : https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.6
7. Піньковський Г.В., Танчик С.П. Вплив строків сівби та густоти стояння на урожайність рослин соняшника у правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 107. С. 75–82.
8. Технології біовиробництва (на основі біотехнологій) : навч. посіб. / Лісовий М.М. та ін. Житомир : ЖНАЕУ, 2018. 240 с.
9. Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2019. Pp. 249– 258.
10. Димитров С. Г. Формування продуктивності гібридів соняшнику залежно від елементів технології вирощування. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. № 23. С. 19–23.

REFERENCES:

1. Petrenkova V.P., et al. (2012). *Osnovy selektsii polovykh kultur na stiikist do shkidlyvykh orhanizmiv: navch. posib.* [Basics of field crop selection for resistance to harmful organisms: textbook]. Iur'iev Institute, Kharkiv, Ukraine. [in Ukrainian].
2. Shabir H.W., Hitesh K.S., Vikas G. (2010). Present status and future prospects for heterosis breeding in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Asian Journal of Science and Technology,* 2, 49–54.
3. Adalatzadeh-Aghdam S., Toorchi M., Shakiba M. (2014). Heterosis investigation of sunflower (*Helianthus annuus L.*) by two-dimensional electrophoresis. *International Journal of Biosciences,* 4, 70–78.
4. Domaratskyi Ye.O., et al. (2020). *Sonyashnyk: ekolohichni shliakhy optymizatsii yoho zhyvlennia: monohrafiia* [Sunflower: ecological ways of optimizing its nutrition: a monograph]. Oldi-plus, Kherson, Ukraine. [in Ukrainian].
5. Totskyi V.M. (2009). *Vplyv strokiv sivby na formuvannia elementiv produktyvnosti ta vrozhainosti sonyashnyku* [Influence of sowing dates on the formation of productivity elements and sunflower yield]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii,* (1), 122–124. [in Ukrainian].
6. Domaratskyi Ye.O., et al. (2022). *Shliakhy optymizatsii vodospozhyvannia sonyashnyka vysokoolieinovoho typu za umov zminy klimatu* [Ways to optimize water consumption of high-oleic sunflower under climate change conditions]. *Ahrarni innovatsii,* (10), 34–41. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.10.6 [in Ukrainian].
7. Pinkovskyi H.V., Tanchyk S.P. (2018). *Vplyv strokiv sivby ta hustoty stoiannia na urozhaist roslin sonyashnyka u Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy* [Effect of sowing dates and plant density on sunflower yield in the Right-Bank Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk,* (107), 75–82. [in Ukrainian].
8. Lisovyi M.M., et al. (2018). *Tekhnolohii biovyrobnytstva (na osnovi biotekhnolohii): navchalnyi posibnyk* [Bioproduction technologies (based on biotechnology): textbook]. ZhNAEU, Zhytomyr, Ukraine. [in Ukrainian].
9. Boltyanskyi, B. (2019). Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. In *Modern Development Paths of Agricultural Production* (pp. 249–258). Springer Nature Switzerland AG.
10. Dmytrov, S.H. (2015). *Formuvannia produktyvnosti hibrydiv sonyashnyku zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia* [Formation of sunflower hybrids productivity depending on elements of cultivation technology]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv,* (23), 19–23. [in Ukrainian].

Трембіцька О.І., Столяр С.Г., Кропивницький Р.Б. Продуктивність сучасних гібридів соняшнику залежно від строків сівби в Лісостепу України

Метою проведення досліджень було встановлення оптимальних строків сівби гібридів соняшнику для підвищення їх урожайності та якості. У статті представлено результати трирічних досліджень впливу строків сівби на продуктивність сучасних гібридів соняшнику в умовах Лісостепу України. Встановлено, що строки сівби є ключовим агротехнічним чинником, який суттєво впливає на врожайність, якість насіння та стійкість рослин до хвороб. У дослідженнях оцінювали продуктивність двох гібридів – НК Неома та Рімі 2 – за трьох строків сівби: 20 квітня, 2 травня та 12 травня. Результати показали, що для гібрида НК Неома строки сівби суттєво впливають на рівень ураження хворобами: пізні строки зменшують ризики інфікування, такими як фомоз, біла гниль і септоріоз. Максимальний рівень ураження зафіксовано за ранніх строків сівби (20 квітня), що пов’язано з несприятливими умовами проростання насіння та раннім розвитком рослин. У той же час, гібрид Рімі 2 продемонстрував високу генетичну стійкість до основних хвороб, незалежно від строків сівби. Упродовж досліджень не було зафіксовано випадків ураження фомозом і білою гниллю у цього гібрида. Урожайність соняшнику

також залежала від строків сівби. Максимальну врожайність (4,3 т/га) забезпечив гібрид Рімі 2 за сівби 2 травня, що пов'язано з оптимальними температурними умовами ґрунту для активного росту та розвитку рослин. Натомість гібрид НК Неома демонстрував нижчу врожайність за ранніх строків сівби через ураження хворобами та за пізніх – через скорочення вегетаційного періоду. Крім того, строки сівби впливали на олійність насіння, яка була найвищою (50,5 %) у гібрида Рімі 2 при сівбі 2 травня. За ранніх і пізніх строків цей показник був нижчим. Оптимальним строком сівби для обох гібридів визнано 2 травня, коли температурні умови ґрунту є найбільш сприятливими для проростання насіння, розвитку рослин та формування високих показників врожайності й якості насіння. Зроблено висновок, що дотримання рекомендованих строків сівби та використання високопродуктивних гібридів є основою для підвищення врожайності соняшнику в умовах Лісостепу України.

Ключові слова: соняшник, гібриди, мікози, урожайність, олійність.

Trembitska O.I., Stoliar S.H., Kropyvnutskyi R.B. Productivity of modern sunflower hybrids depending on the sowing time in the Forest-Steppe of Ukraine

The aim of the research was to establish the optimal sowing time of sunflower hybrids to increase their yield and quality. The article presents the results of three years of research on the influence of sowing dates on the productivity of modern sunflower hybrids in the Forest-Steppe of Ukraine. It has been established that sowing time is a key agronomic factor that significantly affects yield, seed quality, and plant resistance to diseases. The research evaluated the performance of two hybrids – NC Neoma and Rimi 2 – at three sowing dates: April 20, May 2, and May 12. The results showed that for the NK Neoma hybrid, sowing dates significantly affect the level of disease damage: late sowing dates reduce the risk of infection with diseases such as phomosis, white rot and septoria. The maximum level of damage was recorded at early sowing dates (April 20), which is due to unfavorable conditions for seed germination and early plant development. At the same time, hybrid Rimi 2 demonstrated high genetic resistance to major diseases, regardless of sowing time. No cases of phomosis and white rot were recorded in this hybrid during the research. The sunflower yield also depended on the sowing time. The maximum yield (4.3 t/ha) was provided by the Rimi 2 hybrid when sown on May 2, which is due to optimal soil temperature conditions for active plant growth and development. Instead, the NC Neoma hybrid showed lower yields at early sowing dates due to disease damage and at late sowing dates due to a shorter growing season. In addition, sowing dates affected the oil content of seeds, which was the highest (50.5%) in the hybrid Rimi 2 when sown on May 2. At early and late sowing dates, this indicator was lower. The optimal sowing date for both hybrids was May 2, when soil temperature conditions are most favorable for seed germination, plant development and the formation of high yields and seed quality. It is concluded that compliance with the recommended sowing dates and the use of high-performance hybrids is the basis for increasing sunflower yields in the forest-steppe of Ukraine.

Key words: sunflower, hybrids, mycoses, yield, oil content.

УДК 582.929.4:631.52
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.28

ВПЛИВ СОРТОВИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ТРИВАЛІСТЬ МІЖФАЗНИХ ПЕРІОДІВ ГІСОПУ ЛІКАРСЬКОГО В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ФЕДОСОВ Я.С. – аспірант
orcid.org/0009-0001-4538-2052
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*) є цінною медичною та ароматичною рослиною, що має значну популярність у традиційній медицині та кулінарії. Особливості проходження його фаз вегетації в умовах змін клімату становлять важливу тему для дослідження, оскільки зміни кліматичних умов впливають на всі етапи росту цієї рослини. У процесі вегетації гісоп проходить кілька ключових стадій, включаючи проростання насіння, вегетативний ріст, бутонізацію та цвітіння. Дослідження свідчать, що зміни температури і атмосферних опадів суттєво впливали на вектор розвитку гісопу, уповільнюючи або, навпаки, прискорюючи певні фази його життєвого циклу. Тож, підвищення температури призводило до ранньої бутонізації, цвітіння та утворення насіння. Крім того, зміни у вологості ґрунту впливають на стійкість рослин до хвороб та шкідників, що стає все більш актуальним питанням для фахівців. Систематичне дослідження відповідних фаз вегетації гісопу лікарського в умовах зміни клімату дозволить не лише зрозуміти адаптаційні механізми цієї рослини, а й сприятиме розробці нових агрономічних практик, що забезпечать стабільність його вирощування у перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефіроолійні рослинищо мають багаторівневі напрями використання (медицина, косметологія, харчова промисловість, ароматерапія та дизайн ландшафту). Сорти гісопу лікарського мають як генетичні так і морфологічні особливості Гісоп відноситься до групи ксерофітів, що визначає його здатність пристосовуватися до умов обмеженого зволоження. Ця рослина, разом із іншими пряно-ароматичними культурами, демонструє високу стійкість до посухи, що робить її цінним компонентом в агрономії та садівництві [1]. Тому вирощування в умовах природнього зволоження в Степовій зоні України є актуальним.

Основним фактором, що визначає час настання фенологічних фаз і тривалість вегетації вирощуваної культури, є сума активних температур. В історії фенологічних досліджень багато науковців вважали доцільним обчислювати терміни настання основних фенофаз рослин, спираючись на цей показник [2]. Однак у науковій спільноті існують й інші думки. Наприклад, Ф. Шнелле у своїй фундаментальній праці наводить як переваги, так і недоліки методу підрахунку температур, підкреслюючи, що хоча цей підхід може бути корисним, він не охоплює всі аспекти складних екологічних умов, які також впливають на вегетацію рослин [3]. Існує думка, що в умовах Півдня України вирощування гісопу лікарського доцільно лише при зрошенні [4, 5, 6]. Але багаторічні дослідження науковців [7, 8, 9] показали, що в умовах природнього зволоження рослини гісопу не втрачають кількісних та якісних показників: врожайності, масової частки, збору ефірної олії.

Незважаючи на те, що вирощування ефіроолійних культур в сільськогосподарському виробництві має невеликий відсоток, потенціал розвитку цього сегменту є значним. Вдосконалення агротехнічних методів вирощування, інноваційні підходи до обробки сировини суттєво сприяють не лише розширенню асортименту вирощування даних культур, але й підвищенню якості продукції, що у свою чергу відкриває нові ринки та можливості для аграрного сектора.

Однією з перспективних ефіроолійних культур для Півдня України є гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis L.*). Це багаторічна трав'яниста дрібно-запушена рослина родини губоцвітих (*Lamiaceae*). За традиційними напрямами сировину гісопу лікарського використовують як пряно-смакову рослину, що використовують у консервуванні та виготовленні лікеро-горілчаних напоїв. Також великий відсоток врожаю культури застосовується у медичних цілях, як настоянки, суха сировина та фіточаї [10]. Слід відзначити і високі медоносні показники культури. Кущі гісопу цвітуть щорічно, рясно і тривало, а його квітки дуже багаті пилком і нектаром у сприятливі роки медопродуктивність досягає 500–800 і більше кг/га при суцільному вирощуванні.

Наразі вирощування гісопу лікарського в богарних умовах Півдня України при використанні біологічних добрив має недостатнє вивчення. Метою досліджень було дослідити формування урожайності зеленої маси гісопу лікарського при застосуванні біологічно-активних добрив в умовах природного зволоження Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. На полях Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету впродовж 2022–2024 рр. було проведено експериментальні дослідження для вивчення продуктивності гісопу лікарського.

Кліматична зона характеризується різкими та частими коливаннями річних і місячних температур повітря, великими запасами тепла та посушливістю. Дослід розміщували у польовій сівозміні після пшениці озимої. Ґрунт – чорнозем південний із вмістом гумусу 2,9%. Забезпеченість азотом – низька, рухомим фосфором – середня, обмінним калієм – висока. Матеріалом для проведення досліджень виступали гісопу лікарського сортів Маркіз, Національний та Водограй. Вивчення фаз росту та розвитку проводили за методом фенологічних спостережень на 25 модельних рослинах для кожного

сорту відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні [11]. Експерименти були закладені на загальному агротехнічному фоні з дотриманням однакового догляду за рослинами протягом усього періоду спостережень.

Рекомендоване використання насаджень гісопу лікарського становить 5 років [12, 13], тому для визначення динаміки наростання вегетаційної маси культури було проаналізовано різні вікові групи рослин, що були висадженні розсадним способом у І декаді жовтня 2022–2024 роках, для запобіганню впливу кліматичного фактору певного року на ріст і розвиток рослин. Розсаду гісопу лікарського висаджували у 30 – ти денному віці.

Результати досліджень. Фази росту та розвитку гісопу лікарського визначаються відповідно до технології його збирання. Скошування здійснюється двічі, зокрема на початковій стадії фази цвітіння, коли 10% рослин перебувають у активному цвітінні. Це забезпечує оптимальні умови для збору врожаю, адже відростання рослини перед скошуванням сприяє збереженню її якості та підвищенню виходу ефірних олій:

– відновлення вегетації (BBCH P 07–10) – початок відростання зимуючих бруньок надземної частини минулорічних пагонів;

– фаза кущення (BBCH P 11–45) – активне формування вегетативної маси, розвиваються бічні пагони першого порядку, які, в свою чергу, дають пагони другого порядку;

– бутонізація (BBCH 51) – розпочинається з моменту формування бутонів у нижній частині суцвіття та закінчується майже до періоду масового цвітіння культури, через нерівномірність розвитку пуп'янок у суцвітті;

– цвітіння (BBCH 60–64) – визначається з моменту розпускання перших квіток на окремих пагонах, масове цвітіння – визначається візуально, коли більшість квіток у суцвітті активно цвіте (до 40%).

Після проведення другого скошування рослин гісопу лікарського відростають та залишаються життєздатними для зимівлі. Однак у цей період рослини не формують насіння, що зумовлено енергетичною витратою на відновлення.

Дослідження, присвячені отриманню максимальної кількості ефірної олії з гісопу лікарського [13], демонструють, що оптимальним часом для скошування зеленої маси є період бутонізації. Це сприяє активному поновленню відростання рослини, що, у свою чергу, дозволяє провести друге скошування. Завдяки такій технології, суттєво зростає вихід ефірної олії з одиниці площі насаджень, що робить цей підхід ефективним для комерційного виробництва олії.

У зв'язку із зміною клімату, зимові періоди впродовж проведення дослідів не мали стійкого снігового покриву та значних від'ємних температур, що дозволило уникнути обмерзання та випадіння рослин.

2022 рік відзначився як посушливий, що негативно вплинуло на вегетаційні процеси рослин. За даними метеорологічних спостережень, протягом вегетаційного періоду зафіксовано всього 274,2 мм опадів, з яких 30% випало у вересні. Нерівномірність розподілу опадів стало вирішальним фактором для формування вегетативної маси та тривалості фенологічних фаз росту і розвитку рослин. Відновлення вегетації розпочалось 26.03, що на 12 днів пізніше порівняно з 2023 роком та на 3 дні раніше ніж у 2024 році. Це обумовлено тривалими холодними температурами у нічний період -5...-6°С, що викликало уповільнення метаболічних процесів у рослин (табл. 1).

Кущі гісопу лікарського в першому році життя демонстрували помірний рівень формування вегетативної маси, що характерно для рослин ювенільного віку.

Формування суцвіть відбулося лише у 40% рослин, це пояснюється тривалою весняною посухою, що негативно вплинула на їх розвиток. Завершення вегетаційного періоду було зафіксоване 7.11.2022 року, після чого рослини перейшли в стан спокою, сформувавши кущі з гілкуванням третього порядку.

У 2023 році стійкий перехід середньодобової температури більше +5°С спостерігали у ІІ декаді березня (14.03), що сприяло відновленню вегетації гісопу лікарського. При порівнянні рослин І та ІІ року життя, з'ясовано, що періоди відновлення вегетації – активне наростання різняться за тривалістю перебігу фаз. Так, більш розвинені рослини ІІ року життя раніше починали відновлення вегетації, а тривалість фаз росту і розвитку рослин в більшості залежала від сортових особливостей культури. Сорт Маркіз ІІ року життя мав найдовший період відновлення вегетації – активне наростання – 90 днів (BBCH P 07–10, BBCH P 11–45), що на 5 днів більше сорту Водограй та на 7 днів більше сорту Національний, відповідно. Така пролонгована тривалість періоду активного наростання обумовлена опадами 207 мм. Наростання вегетативної маси у даний період дало можливість сформувати кущі гісопу лікарського з більшою кількістю квітконосних пагонів, що в свою чергу відобразилось у більш тривалому періоду бутонізації – 12–17 днів в залежності від сорту (табл. 2).

Рослини І року життя пізніше відновлювали вегетацію, в період активного наростання спостерігалось

Таблиця 1

Тривалість фенологічних фаз росту і розвитку рослин гісопу лікарського першого року життя, днів

Сорт	Фенологічні фази росту і розвитку					Тривалість вегетаційного періоду
	Відновлення вегетації – активне наростання	Цвітіння	Повторне відростання	Повторне цвітіння	Повторне відростання	
Маркіз	79	12	67	8	38	204
Національний	75	7	61	6	45	194
Водограй	76	10	63	8	42	199

Таблиця 2

Тривалість фенологічних фаз росту і розвитку гісопу лікарського в залежності від віку рослин та сортових особливостей, днів

Сорт	Фенологічні фази росту і розвитку					Тривалість вегетаційного періоду
	Відновлення вегетації – активне наростання	Цвітіння	Повторне відростання	Повторне цвітіння	Повторне відростання	
І рік життя						
Маркіз	80	14	67	10	48	219
Національний	77	10	73	7	53	220
Водограй	83	12	65	8	47	215
ІІ рік життя						
Маркіз	90	17	80	12	41	240
Національний	83	15	77	10	53	238
Водограй	85	12	77	11	50	235

Таблиця 3

Тривалість фенологічних фаз росту і розвитку гісопу лікарського в залежності від віку рослин та сортових особливостей, днів

Сорт	Фонологічні фази росту і розвитку					Тривалість вегетаційного періоду
	Відновлення вегетації – активне наростання	Цвітіння	Повторне відростання	Повторне цвітіння	Повторне відростання	
І рік життя						
Маркіз	77	11	61	7	47	203
Національний	71	8	66	5	51	201
Водограй	74	10	60	8	44	196
ІІ рік життя						
Маркіз	82	15	67	9	44	217
Національний	77	12	73	8	50	220
Водограй	80	11	65	8	47	211
ІІІ рік життя						
Маркіз	86	16	68	10	42	222
Національний	82	13	66	10	47	218
Водограй	83	12	69	9	46	220

формування кущиків рослин, а фаза цвітіння була коротшою на 3–7 днів ніж у рослин ІІ року життя. Повторне відростання було менш активне, опадів у даний період випало 121 мм, що в свою чергу вплинуло на формування зеленої маси культури.

Припинення вегетації спостерігалось 16.11.2023 р. і тривала вона на 9 днів довше ніж 2022 році.

2024 рік характеризувався холодною весною, відновлення вегетації рослин гісопу лікарського відбулося у ІІІ декаді березня (24.03), що на 10 днів пізніше ніж у 2023 році, та раніше на 5 днів ніж 2022 році відповідно.

Опади у 2024 році були незначні – на період відновлення вегетації до першого скошування припало 152,2 мм. А у період повторного відростання до другого скошування всього – 127,6 мм. З огляду на фактор посухи, всі фази вегетації рослин І року життя були значно коротші, так відновлення вегетації – активне наростання була коротше ніж у рослин ІІ року життя в середньому по сортам на 5 днів, а ІІІ року життя коротше на 9 днів відповідно. Старші за віком рослини були більш стійкими та витривалими до посухи (табл. 3).

В результаті посушливих умов, що склалися у 2024 році, суцвіття гісопу лікарського були недостатньо розвинуті. А зелена маса рослини швидко здерев'яніла, що негативно позначилося на загальному стані рослин та наявності ефірної олії.

Характеристику сортових особливостей у 2024 році розкрито наступним чином – сорт Маркіз ІІІ року життя, із синім кольором квіток, виявився більш стійким до несприятливих умов періоду вегетації – у нього спостерігалось найбільше суцвіття та пролонгований період цвітіння (рис. 1), а сформували найбільші за діаметром кущі рослини сорту Національний, з рожевим кольором квіток. Так, середня висота кущів гісопу лікарського сорту Маркіз становила 63 см, ширина – 70 см, при цьому рослини продовжували цвітіння. У той же час рослини сорту Національний мали більш розлогі кущі і були більше за розміром на 2 см вищі та на 20 см ширші за рослини сорту Маркіз.

Таблиця 4

Сума ефектвних температур за вегетаційний період гісопу лікарського

Фенологічні фази росту і розвитку	Сума ефективних температур +10°С			
	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Середнє за 3 роки
Відновлення вегетації – активне наростання	720,9	874,0	832,6	809,2
Бутонізація	216,9	205,3	243,5	221,9
Повторне відростання	2157,0	2299,9	2338,7	2265,2
Повторна бутонізація	108,0	130,2	172,2	136,8
За період вегетації	3202,8	3509,4	3587,0	3433,1

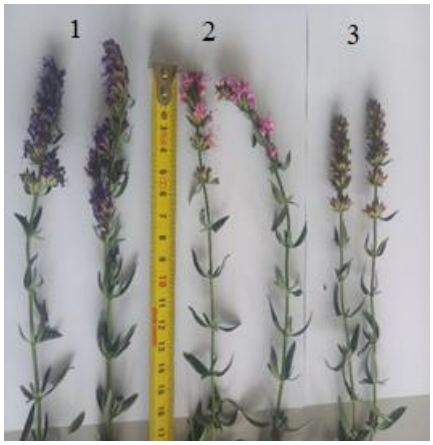


Рис. 1. Суцвіття III року життя (2024 р.): сорт Маркіз (синій колір квітів), (1), сорт Національний (рожевий колір квітів), (2), сорт Водограй (білий колір квітів), (3)

Рослини сорту Водограй були найбільш компактні, мали висоту – 59 см, ширину – 65 см та найперші завершили фазу цвітіння. Довжина квітконосів даного сорту була 6 см, що більше за довжину квітконосів сорту Національний на 2 см, та менше за сорт Маркіз також на 2 см. Тож, незважаючи на менші розміри куща рослини сорт Водограй мав більш розвинені квітконоси, ніж у сорту Національний, що є основою врожайності рослини.

Сума ефективних температур є важливим показником для вирощування гісопу лікарського, оскільки цей фактор безпосередньо впливає на ріст і розвиток рослини. Гісоп лікарський – теплолюбна культура, найбільш ефективно росте у температурах в межах 20–30°С. Важливо враховувати кліматичні умови зони вирощування, оскільки вони суттєво впливають на формування продуктивності культури. Таким чином, дотримання оптимального температурного режиму є запорукою успішного виробництва гісопу лікарського.

Сума ефективних температур за вегетаційний період гісопу лікарського, в середньому по факторах досліду, коливалась в межах 3202,8–3587,0°С залежно від року дослідження (табл. 4).

За роки досліджень спостерігалося, що у молодих рослин швидше розвивалась вегетативна маса, відмічалося активне формування кущів та на 5–13 днів швидше проходили періоди цвітіння та дозрівання насіння, ніж у рослин III року життя. В свою чергу рослини гісопу лікарського III року життя краще переносили перезимівлю, раніше відновлювали вегетацію та були більш стійкіші до посушливих кліматичних умов, що склалися у 2024 році. Така стійкість більш старших рослин обумовлена розвитком куща та сплячих бруньок, які забезпечують підвищену стресостійкість гісопу лікарського.

Висновок. Отже, дослідження, проведені в рамках вивчення тривалості міжфазних та вегетаційних періодів гісопу лікарського, виявили, що ріст і розвиток цієї культури значною мірою залежать від поєднаного впливу як кліматичних факторів, так і біологічних особливостей різних сортів. Кліматичні умови, зокрема температура повітря, рівень опадів, мають критичне значення для адаптації гісопу до конкретних умов зростання, що впливає на його морфологічні характеристики та продуктивність. Разом із цим, біологічна особливість сортів, така як здатність до адаптації, формуєзмін навколишнього середовища. Синергія між цими двома групами факторів стає вирішальною для визначення не лише оптимальних умов для вирощування гісопу лікарського, але й для розробки стратегій, які спрямовані на поліпшення його продуктивності та якості. Таким чином, комплексний підхід до вивчення впливу кліматичних і біологічних факторів є необхідним для розуміння еволюції гісопу в умовах сучасного аграрного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Supercriticial fluid extraction of flavors and fragrances from *hyssopus officinalis* L. cultivated in iran / H. Kazazi et al. *Food chemistry*. 2007. Vol. 105, no. 2. P. 805–811. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.059.
2. Harvest and quality of hyssop (*hyssopus officinalis* L.) / C. Stan et al. *Actual tasks on agricultural engineering* : proceedings of the 47th international symposium (Opatija, 5-7 March 2019). Bucharest, 2019. P. 315–321. URL: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193202182.
3. Schnelle F. Pflanzen-Phänologie. Probleme der Bioklimatologie Bd. 3. Akadem. Verlagsges. Leipzig 1955. 299 S., 46 Abb., 14 Kart. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 1956. Vol. 73, no. 2. P. 156. DOI: https://doi.org/10.1002/jpln.19560730209.
4. Коваленко О., Абрамова В., Андрійченко Л. Продуктивності гісопу лікарського за умов краплинного зрошення в південному в степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво* : матеріали міжнар. науково-практ. конф., м. Миколаїв, 17–19 жовт. 2018 р. Миколаїв : МНАУ, 2018. С. 7–9. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9054/1/zbirnyk_tez_18_7-9.pdf

5. Коваленко О. А. Елементи живлення гісопу лікарського за краплинного зрошення на Півдні України. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С. 51–59. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.8.
6. Kovalenko O. A., Andreichenko L. V., Polyansky S. V. Influence of sowing dates, irrigation regimes and mineral fertilizers on the productivity of common hyssop. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences* : proceedings of the III international scientific and practical conference (Cambridge, 20 May 2022). Cambridge-Vinnytsia : Publishing House & European Scientific Platform, 2022. P. 110–115. DOI: https://doi.org/10.36074/logos-20.05.2022.034.
7. Wesołowska A., Jadczak D., Grzeszczuk M. Essential oil composition of hyssop (Hyssopus officinalis L.) cultivated in north-western Poland. *Herba polonica*. 2010. Vol. 56, no. 1. P. 57–65. URL: https://herbapolonica.pl/article/532819/en.
8. Добровольський П. А. Параметри продуктивності гісопу лікарського за вирощування в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 36–42.
9. Коваленко О. А., Андрійченко Л. В. Як вирощувати нову пряно-ароматичну культуру гісоп лікарський у південній частині Степу України. *The Ukrainian FARMER*. 2019. № 2 (110). С. 122-123.
10. Ткачова Є. С., Федорчук М. І. Перспективи використання рослини гісопу лікарського. *Інноваційні технології в рослинництві* : матеріали III всеукр. наук. Інтернет-конф. (м. Ка́м'янéць-Подíльський, 15 липня 2020 р.). Ка́м'янéць-Подíльський, 2020. С. 118–120. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12120.
11. Методика проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні / за ред. С. О. Ткачик ; уклад.: З. Б. Києнко та ін. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 129 с. URL: https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e660408703.pdf.
12. Tkachova Y. S., Fedorchuk M. I., Kovalenko O. A. The allelopathic activity of water-soluble biologically active substances from hyssopus officinalis L. of marquis varieties and their effect on the root growth of *lepidium sativum* L. *Journal of organic and pharmaceutical chemistry*. 2022. Vol. 20, no. 1(77). P. 44–50. DOI: https://doi.org/10.24959/ophcj.22.253471.
13. Judženti enė A. Hyssop (*hyssopus officinalis* L.) oils. *Essential oils in food preservation, flavor and safety*. 2016. P. 471–479. DOI: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-416641-7.00053-5.
14. Some agronomic characteristics and essential oil composition of hyssop (*hyssopus officinalis* L.) under cultivation conditions / S. Kizil et al. *Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus*. 2016. Vol. 15, no. 6. P. 193–207.
15. The effect of irrigation treatment on the growth of lavender species in an extensive green roof system / A. T. Paraskevopoulou et al. *Water*. 2020. Vol. 12, no. 3. P. 863. DOI: https://doi.org/10.3390/w12030863.
16. Salachna P. Depolymerised sodium alginate as a eco-friendly biostimulant for improving herb yield and nutrient accumulation in hyssop. *Journal of ecological engineering*. 2023. Vol. 24, no. 9. P. 105–111. URL: https://doi.org/10.12911/22998993/168553.

REFERENCES:

1. Kazazi, H., Rezaei, K., Ghotbsharif, S., Emamdjomeh, Z., & Yamini, Y. (2007). Supercriticial fluid extraction of flavors and fragrances from *hyssopus officinalis* L. cultivated in Iran. *Food Chemistry*, 105(2), 805–811. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.059.
2. Stan, C., Vlăduțoiu, L., Vlăduț, V. N., & Muscalu, A. (2019). Harvest and quality of hyssop *(hyssopus officinalis* L.*)*. Actual tasks on agricultural engineering: proceedings of the 47th international symposium, Opatija, Croatia, 315–321. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193202182.
3. Schnelle, F. (1956). Pflanzen-Phänologie. Probleme der Bioklimatologie Bd. 3. Akadem. Verlagsges. Leipzig 1955. 299 S., 46 Abb., 14 Kart. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 73(2), 156. https://doi.org/10.1002/jpln.19560730209.
4. Kovalenko, O., Abramova, V., & Andriichenko, L. (2018). Produktyvnosti hisopu likarskoho za umov kraplynnoho zroshennia v pivdennomu v stepu Ukrainy [Productivity of medicinal hyssop under drip irrigation conditions in the southern steppe of Ukraine]. *Rozvytok ahrarnoi haluzi ta vprovadzhennia naukovykh doslidzhen u vyrobnytstv [Development of the agricultural sector and implementation of scientific research in production].* Mykolaiv: Mykolaiv National Agrarian University, 7–9. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9054/1/zbirnyk_tez_18_7-9.pdf [in Ukrainain].
5. Kovalenko, O.A. (2022). Elementy zhyvlennia hisopu likarskoho za kraplynnoho zroshennia na Pivdni Ukrainy [Nutritional elements of medicinal hyssop under drip irrigation in Southern Ukraine]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*, 14, 51-59. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.8 [in Ukrainain].
6. Kovalenko, O.A., Andreichenko, L.V., & Polyansky, S.V. (2022). *Influence of sowing dates, irrigation regimes and mineral fertilizers on the productivity of common hyssop*. Education and science of today: Intersectoral issues and development of sciences. Publishing House & European Scientific Platform, 110-115. https://doi.org/10.36074/logos-20.05.2022.034.
7. Wesołowska, A., Jadczak, D., & Grzeszczuk, M. (2010). Essential oil composition of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) cultivated in north-western Poland. *Herba polonica*, 56(1), 57–65. https://herbapolonica.pl/article/532819/en.
8. Dobrovolskyi, P.A. (2021). Parametry produktyvnosti hisopu likarskoho za vyroshchuvannia v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity parameters of medicinal hyssop when grown in the conditions of the southern steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*, 120, 36–42. [in Ukrainain].
9. Kovalenko, O.A., & Andriichenko, L.V. (2019). Yak vyroshchuvaty novu priano-aromatychnu kulturu hisop likarskyi u pivdennii chastyni Stepu Ukrainy [How to grow a new spicy-aromatic crop, medicinal hyssop, in the southern part of the Steppe of Ukraine]. *The Ukrainian FARMER*, 2(110), 122–123. [in Ukrainain].
10. Tkachova, Ye.S., & Fedorchuk, M.I. (2020). Perspektyvy vykorystannia roslyny hisopu likarskoho [Prospects for the use of the medicinal hyssop plant]. Innovatsiini tekhnolohii v roslynnytstvi [Innovative technologies in crop production]. Kamianets-Podilskyi, 118-120. https://

dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12120 [in Ukrainain].
11. Tkachyk, S.O. (Ed.). (2017). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn hrupy dekoratyvnykh, likarskykh ta efirooliinykh, lisovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for conducting variety expertise of decorative, medicinal, essential oil, and forest plant groups for suitability for distribution in Ukraine]*. Vinnytsia: FOP Korzun D.Yu., 129. https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e660408703.pdf [in Ukrainain].
12. Tkachova, Y.S., Fedorchuk, M.I., & Kovalenko, O.A. (2022). The allelopathic activity of water-soluble biologically active substances from *hyssopus officinalis* L. of marquis varieties and their effect on the root growth of *lepidium sativum* L. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*, 20(1(77)), 44–50.
13. Judžentienė, A. (2016). Hyssop (*hyssopus officinalis* L.) oils. *Essential oils in food preservation, flavor and safety*, 471–479. Elsevier. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-416641-7.00053-5.
14. Kizil, S., Güler, V., Kirici, S., & Turk, M. (2016). Some agronomic characteristics and essential oil composition of hyssop (*hyssopus officinalis* L.) under cultivation conditions. *Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus*, 15(6), 193–207.
15. Paraskevopoulou, A. T., Tsarouchas, P., Londra, P. A., & Kamoutsis, A. P. (2020). The effect of irrigation treatment on the growth of lavender species in an extensive green roof system. *Water*, 12(3), 863. https://doi.org/10.3390/w12030863
16. Salachna, P. (2023). Depolymerised sodium alginate as a eco-friendly biostimulant for improving herb yield and nutrient accumulation in hyssop. *Journal of Ecological Engineering*, 24(9), 105–111. https://doi.org/10.12911/22998993/168553.

Федосов Я.С. Вплив сортових особливостей на тривалість міжфазних та вегетаційних періодів гісопу лікарського

Моніторинг фенологічних змін у розвитку гісопу лікарського з урахуванням сучасних кліматичних викликів є актуальною темою для дослідження, оскільки стресові фактори, пов'язані зі змінами клімату, суттєво впливають на продуктивність гісопу лікарського. **Метою** досліджень було дослідити формування урожайності зеленої маси гісопу лікарського при застосуванні біологічно-активних добрив в умовах природного зволоження Південного Степу України. **Методи.** У даній статті проведений порівняльний аналіз реакцій різних сортів гісопу лікарського на зміни клімату. Вивчення фаз росту та розвитку проводили за методом фенологічних спостережень на 25 модельних рослинах для кожного сорту відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи декоративних, лікарських та ефіроолійних, лісових на придатність до поширення в Україні. Експерименти були закладені на загальному агротехнічному фоні з дотриманням однакового догляду за рослинами протягом усього періоду спостережень. **Результати.** У ході досліджень було встановлено, що молоді рослини гісопу лікарського демонструють швидше наростання вегетативної маси, активніше формують кущі та мають коротший період цвітіння і дозрівання насіння – від 5 до 13 днів, у порівнянні з рослинами III року життя. Однак, рослини III року життя проявляють кращу морозостійкість, раніше відновлюють вегетацію та демонструють підвищену стійкість до посушливих умов, які спостерігалося у 2024 році. Ця стійкість старших рослин пов'язана з розвитком куща та наявністю сплячих бруньок, що сприяють їх адаптації в умовах стресу. Дослідження тривалості міжфазних та вегетаційних періодів гісопу лікарського підтверджують, що ріст і розвиток цієї рослини істотно залежать від комплексного впливу кліматичних умов та біологічних специфікацій сортів. Кліматичні фактори, такі як температура повітря, кількість опадів, відіграють вирішальну роль в адаптації гісопу до конкретних умов середовища, що, у свою чергу, суттєво впливає на його морфологічні характеристики та загальну продуктивність. **Висновок.** Таким чином, комплексний підхід до вивчення впливу кліматичних і біологічних факторів є необхідним для розуміння еволюції гісопу в умовах сучасного аграрного виробництва.

Ключові слова: ефіроолійні культури, гісоп лікарський (*Hyssopus officinalis*), фази росту і розвитку культури, зміни клімату, сума ефективних температур.

Fedosov Ya.S. The influence of varietal characteristics on the duration of interphase and vegetation periods of medicinal hyssop

Monitoring of phenological changes in the development of medicinal hyssop taking into account modern climate challenges is a relevant topic for research, since stress factors associated with climate changes significantly affect the productivity of medicinal hyssop. The **purpose** of the research was to investigate the formation of the yield of the green mass of medicinal hyssop with the use of biologically active fertilizers in the conditions of natural moistening of the Southern Steppe of Ukraine. Studies show that temperature fluctuations and changes in the level of atmospheric precipitation significantly change the development vector of hyssop, slowing down or accelerating certain phases of its life cycle. In this article, a comparative analysis of the reactions of different varieties of medicinal hyssop to climate change is carried out. **The results.** In the course of research, it was established that young medicinal hyssop plants show a faster growth of vegetative mass, more actively form bushes and have a shorter period of flowering and seed ripening – from 5 to 13 days, compared to plants of the third year of life. However, plants of the 3rd year of life show better frost resistance, restore vegetation earlier and demonstrate increased resistance to dry conditions observed in 2024. This resistance of older plants is associated with the development of the bush and the presence of dormant buds, which contribute to their adaptation in stressful conditions. Studies of the duration of interphase and vegetation periods of medicinal hyssop confirm that the growth and development of this plant significantly depend on the complex influence of climatic conditions and biological specifications of varieties. Climatic factors, such as air temperature, rainfall play a decisive role in the adaptation of hyssop to specific environmental conditions, which, in turn, significantly affects its morphological characteristics and overall productivity. **Conclusion.** Thus, a comprehensive approach to the study of the influence of climatic and biological factors is necessary to understand the evolution of hyssop in the conditions of modern agricultural production.

Key words: essential oil crops, medicinal hyssop (*Hyssopus officinalis*), growth and development phases of the crop, climate changes, sum of effective temperatures.

УДК 633.63 : 631.582 : 632.51
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.29

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ТА ЕНТОМО-ФІТОПАТОЛОГІЧНИЙ СТАН ПОСІВІВ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В СІВОЗМІНІ

ФІЛОНЕНКО С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8360-8852
Полтавський державний аграрний університет Міністерства охорони здоров'я України
ФІЛОНЕНКО В.С. – аспірант
orcid.org/0009-0000-4271-3146
Полтавський державний аграрний університет Міністерства охорони здоров'я України

Постановка проблеми. Буряки цукрові були і залишаються провідною технічною культурою нашої країни. Їх вирощування дає змогу у рази збільшити продуктивність будь-якої сівозміни [1]. Проте, до недавнього часу – це найзатратніша і енерго- та матеріаломістка культура польового землеробства центральних областей України і помірного кліматичного поясу планети. Але через певні вдосконалення технології їх вирощування, буряки цукрові стали чи не найприбутковішою цукровмісною культурою в нашій країні, зокрема за останні два роки [2]. Навіть попри широкомасштабне вторгнення росії, площа посівів буряків цукрових не тільки стабілізувалася, але й у 2024 році збільшилася на понад 6%. Жодна із польових культур не має такої динаміки змін своїх посівних площ [3].

Одним із основних завдань, які стоять сьогодні перед вітчизняними буряківниками, є розробка високоефективних заходів боротьби з бур'янами, що забезпечують не тільки їх повне знищення, але й мають бути економічно вигідними для агропідприємств [4]. За своїми біологічними особливостями ця культура в першу половину вегетації не здатна успішно конкурувати із бур'янами [5–7]. Навіть за незначної їх кількості в рядках і захисних зонах можливий значний недобір коренеплодів. Бур'яни є досить серйозними конкурентами буряків цукрових за вологу, елементи живлення та світло [8–10].

Окрему проблему становлять шкідники та хвороби буряків цукрових, які здатні повністю знищити майбутній врожай культури [11–12]. У інтегрованій системі захисту буряків цукрових від шкідників та хвороб пріоритетного значення набувають агротехнічні прийоми, серед яких способи основного обробітку ґрунту займають провідне місце [13–14].

Зважаючи на це, ми вивчали особливості формування агроценозів, інтенсивність пошкодження шкідниками та ураження хворобами буряків цукрових залежно від застосовуваних в сівозмінах способів обробітку ґрунту. Адже відповідні чинники по різному впливають на формування врожайності буряків цукрових.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню боротьби з бур'янами за різних способів обробітку ґрунту приділяли багато уваги численні дослідники. Так, наприклад, Я. П. Цвей, М. В. Тищенко, С. В. Філоненко (2018), дослідження яких стосуються зони недостатнього зволоження, дійшли висновку, що на період з'явлення сходів і наступні початкові фази росту й розвитку рослин буряків забур'яненість їх посівів була вищою на полях із безвідвальним обробітком [15].

Особливо чітко простежувалась перевага глибокої оранки над плоскорізним обробітком у боротьбі з бур'янами в сівозміні, насиченій зерновими, де застосування міжрядних розпушувань і гербіцидів досить обмежені (Г. І. Бойко, Л. І. Шиліна, М. С. Гаврилюк, І. С. Шаповал, 1994) [16].

Значне збільшення забур'яненості посівів за мілкого та безвідвального обробітку, за твердженнями Л. А. Барштейна (1998), М.В. Волкова (1994), В. М. Кирилюка (2005), А. М. Малієнка (2006) та інших, зумовлюється накопиченням дозрілого і недавно висипаного насіння бур'янів, що знаходиться у верхній частині оброблюваного шару [17–20]. Безперечно, цьому також сприяє і поверхневе (за допомогою дискових чи голкових борін) загортання органічних добрив, що містять велику кількість високосхожого насіння бур'янів [21–24].

Глибокий і мілкий плоскорізний обробіток ґрунту, де маса бур'янів була більша, ніж на оранці, за підрахунками вітчизняних науковців, призводять до значного додаткового виносу головних елементів живлення (16,2–22,1 кг/га азоту, 6,2–11,0 кг/га фосфору і 28,9–51,4 кг/га калію) [25–27].

На варіантах же ярусної оранки, коли верхній, значно забур'янений шар ґрунту переміщується вниз, а нижній, менш засмічений насінням бур'янів, шар ґрунту – на верх, за свідченнями багатьох вчених, забур'яненість посівів значно зменшується [28]. При застосуванні цього способу обробітку під буряки цукрові забур'яненість зменшується на 30–40%, що дозволяє зменшити затрати праці на догляді за посівами на 25–28% порівняно з іншими способами обробітку ґрунту (М. В. Тищенко, С. В. Філоненко, О. П. Шевельов, 2004; О. Хильницький, 2007) [29–30].

Водночас у деяких науковців існує інша думка, згідно якої полицевий обробіток, незалежно чи це звичайна оранка, чи ярусна, сприяє підвищенню забур'яненості посівів як буряків цукрових, так і інших культур [31]. Вони обґрунтовують своє твердження таким чином: за відвальної оранки насіння бур'янів, з одного боку, заорюється глибоко, а з іншого – на поверхню виорюється така ж кількість насіння, яке вже пройшло період спокою. Стосовно безвідвального обробітку, продовжують ці дослідники, то за останнього створюються всі умови для швидкого проростання бур'янів, які наступним

обробітком масово знищуються. А це неможливо за оранки [32].

Наявність різних думок і тверджень щодо способів обробітку ґрунту, їх впливу на забур'яненість посівів буряків цукрових, які мають своїх прихильників і опонентів, засвідчує, що ця проблема є досить важливою і потребує подальшого дослідження.

Метою досліджень було вивчення забур'яненості та ентомо-фітопатологічного стану посівів буряків цукрових за різних способів основного обробітку ґрунту, що слугували фоном для дослідження особливостей формування їх врожайності та якості коренеплодів.

Матеріали та методика досліджень. Відповідні досліди проводили на Веселоподільській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України упродовж 2022–2024 рр. Дослідна станція знаходиться в зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу.

У стаціонарному досліді буряки цукрові вирощували у двох сівозмінах: зернопросапній і зернопаропросапній. Схема досліду включала наступні варіанти: зернопросапна сівозміна – оранка під буряки цукрові на глибину 30–32 см (контроль); оранка на глибину 30–32 см з подальшим розлущуванням до 40 см; оранка ярусним плугом на глибину 40 см; зернопаропросапна сівозміна – оранка під буряки цукрові на глибину 30–32 см (контроль); плоскорізний обробіток на глибину 30–32 см; поверхневий обробіток на глибину 10–12 см з наступним поглибленням до 40 см.

Грунт дослідного поля представлений чорноземом малогумусним слабосолонцюватим. Глибина гумусного горизонту коливається від 35 до 45 см із вмістом гумусу 4,3–4,4%; азоту – 22–24 мг/кг ґрунту, фосфору – 26–29 мг/кг, калію – 114–150 мг/кг ґрунту. Структура орного шару – пилувато-грудочково-зерниста. Реакція ґрунтового розчину орного шару – слабо лужна, наближена до нейтральної (pH – 7,3–7,4). Гідролітична кислотність орного шару складає 0,37–0,39 мг.-екв. на 100 г ґрунту.

Вегетаційні періоди років досліджень охарактеризувались достатньо екстремальними погодними умовами (недостатня кількість опадів і висока температура повітря). Дослідження проводили із гібридом буряків цукрових Булава, який рекомендований до відповідної зони вирощування. Повторність досліду чотириразова. Обліки, спостереження та аналізи проводили згідно загальноприйнятих методик, розроблених науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (м. Київ) [33]. Отримані результати польового експерименту піддавалися математичній обробці методом дисперсійного аналізу з використанням спеціальної комп'ютерної програми.

Результати досліджень. Результати обліку бур'янів на дослідних ділянках, які проводили упродовж 2022–2024 рр., наведені в табл. 1.

Згідно даних цієї таблиці, у зернопросапній сівозміні забур'яненість посівів у фазі розвинутої «вилочки» рослин буряків була найнижчою в 2024 році на варіанті з ярусною оранкою – 26 шт./м^2. На інших варіантах цієї сівозміни кількість бур'янів була більшою на 53,8–80,1%.

У фазі п'ятої пари справжніх листків, коли на ділянках досліду провели два міжрядні обробітки і внесли двічі гербіциди, кількість бур'янів на досліджуваних варіантах була майже однаковою. Аналогічна картина спостерігалася і у попередні 2022 і 2023 роки. Проте, найбільшою забур'яненість посівів буряків (понад 40 шт./м^2) в середньому за роки досліду виявилась на варіантах оранки та оранки з поглибленням – 48 і 43 шт./м^2 відповідно.

Варто відмітити, що на всі дати визначення рівня забур'яненості найменше його значення спостерігали саме на варіанті ярусної оранки.

2022 рік був найсприятливішим для проростання насіння бур'янів, кількість яких фазі розвинутої «вилочки» досягала близько 50 шт./м^2. Проте найменше їх нарахували (37 шт./м^2) на ділянках варіанту із ярусною оранкою. Закономірність щодо кількості їх на одиниці площі повністю зберігалася упродовж всіх обліків на всі дати визначення.

У зернопаропросапній сівозміні, де оранка на глибину 30–32 см порівнювалась зі способами плоскорізного і поверхневого обробітків, виявлено, що саме вона є найефективнішою у боротьбі з бур'янами.

У середньому за три роки досліджень у фазі розвинутої «вилочки» кількість бур'янів на оранці була на 65–72% меншою, ніж на інших способах обробітку. Саме таку динаміку забур'яненості спостерігали упродовж усіх років досліджень, які виявились за погодними чинниками достатньо різними.

Таблиця 1

Кількість бур'янів на фоні різних способів основного обробітку ґрунту, шт./м^2

Варіант	Строки обліку бур'янів											
	фаза розвинутої «вилочки»				п'ята пара справжніх листків				перед збиранням врожаю			
	2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє	2022	2023	2024	середнє
Зернопросапна сівозміна												
1.	47	42	40	43	4	2	3	3	7	6	5	6
2.	51	46	47	48	5	4	3	4	8	6	7	7
3.	37	30	26	31	4	3	2	3	6	4	5	5
Зернопаропросапна сівозміна												
4.	74	72	67	71	5	4	3	4	10	8	9	9
5.	47	43	39	43	3	4	2	3	8	4	6	6
6.	78	73	71	74	6	2	4	4	12	9	9	10

Інтенсивний догляд за посівами буряків цукрових до настання п'ятої пари листків нівелював різницю в забур'яненості між дослідними варіантами у цій сівозміні. Проте, на період збирання врожаю кількість бур'янів на відповідних ділянках виявилась достатньо різною, причому із значною перевагою варіантів, на ділянках яких застосовували плоскорізний обробіток на 30–32 см (9 шт./м^2) і поверхневий обробіток на глибину 10–12 см з розпушуванням на 40 см (10 шт./м^2). На ділянках із звичайною оранкою на 30–32 см у цей час нарахували, в середньому, 6 шт./м^2 бур'янів.

Зважаючи на таку динаміку забур'яненості, і плоскорізний обробіток на глибину 30–32 см, і поверхневий обробіток на глибину 10–12 см з розпушуванням до 40 см, не можна вважати технологічними щодо вирощування буряків цукрових.

За сучасних технологій виробництва буряків цукрових, складовими яких є висів малих норм насіння (сівба на кінцеву густоту), а відтак, і отримання оптимальної кількості сходів буряків, особливого значення набувають заходи щодо надійного їх захисту від шкідників і хвороб. В інтегрованій системі захисту буряків цукрових від шкідників та хвороб пріоритетного значення набувають агротехнічні прийоми, серед яких способи основного обробітку ґрунту займають провідне місце. Так, за даними численних вітчизняних дослідників, довготривале застосування безвідвального обробітку призводить до різкого погіршення фіто-санітарного стану орного шару ґрунту.

Дані наших досліджень щодо ураження рослин коренеїдом у зернопросапній та зернопаропросапній сівозмінах наведені в табл. 2.

Отже, дані нашого польового експерименту показали, що умови для початкового розвитку рослин культури, які створюються за різних способів основного обробітку ґрунту, суттєво впливають на стійкість рослин буряків до хвороб. На варіантах, де умови для розвитку буряків цукрових виявились оптимальними, спостерігали мінімальну ураженість їх коренеїдом, і навпаки. Ця закономірність відмічена в зернопросапній сівозміні на всіх варіантах за всі роки досліджень.

У зернопаропросапній сівозміні також найменше уражались коренеїдом рослини на варіанті оранки на 30–32 см. За кількістю уражених рослин культури та інтенсивністю їх ураження варіанти із плоскорізним і поверхневим способами обробітку ґрунту суттєво випереджали глибоку оранку.

Варто зазначити, що шкодочинність коренеїда в господарствах зони недостатнього зволоження проявляється лише в окремі роки і не становить значної загрози сходам буряків цукрових. Тут відчутної шкоди завдають хвороби листків: церкоспороз, борошниста роса, фомоз та вірусні хвороби – жовтяниця і мозаїка. Середні трирічні дані поширення цих хвороб наведені в табл. 3.

Аналізуючи відповідні дослідні дані, можна зазначити, що у зернопросапній сівозміні найменше уражались рослини церкоспорозом і борошнистою росою на варіанті оранки на глибину 30–32 см. Ураження фомозом і вірусними хворобами були практично однаковими на варіантах усіх способів обробітку ґрунту.

Щодо зернопаропросапної сівозміни, то і тут ураження рослин церкоспорозом і борошнистою росою виявилось найменшим на варіанті із оранкою на глибину 30–32 см.

Із шкідників найбільш небезпечним для буряків цукрових у зоні недостатнього зволоження є звичайний буряковий довгоносик. Значної шкоди рослинам культури завдають личинки жуків-коваликів і хлібних жуків. Захистити буряки від цих та інших шкідників можна комплексною системою заходів, яка включає агротехнічні прийоми, щонайперше, способи основного обробітку. Їх мета – обмежити чисельність шкідників шляхом знищення личинок, лялечок і дорослих жуків завдяки створенню умов для інтенсивного ураження їх різними видами грибкових та бактеріальних хвороб.

Результати наших досліджень з метою визначення впливу способів основного обробітку ґрунту на обмеження чисельності звичайного бурякового довгоносика і ураження його зеленою та червоною мюскардинами (грибами, що паразитують на цьому шкідникові), чисельність залягання личинок жуків-коваликів та хлібних жуків представлені в табл. 4.

Зважаючи на результати обліку шкідників, можна зазначити, що різниця по щільності залягання бурякових довгоносиків, які перебувають у різних фазах – личинки,

Таблиця 2

Ураження сходів буряків цукрових коренеїдом залежно від різних способів основного обробітку ґрунту (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіанти досліду	Показники обліків		
	маса 100 ростків, г	поширення хвороби, %	інтенсивність ураження, %
Зернопросапна сівозміна			
1. Оранка на глибину 30 см з поглибленням до 40 см	38,0	14,0	4,0
2. Оранка на глибину 30–32 см	41,8	10,8	2,9
3. Ярусна оранка на глибину 40 см	38,8	11,1	3,1
Зернопаропросапна сівозміна			
4. Плоскорізний обробіток на глибину 30–32 см	42,0	16,6	4,1
5. Оранка на глибину 30–32 см	43,2	14,0	2,8
6. Поверхневий обробіток на глибину 10–12 см з розпушуванням на 40 см	37,0	17,8	4,5

Таблиця 3

Ураження буряків цукрових хворобами листків на фоні різних способів основного обробітку ґрунту (середнє за 2022–2024 рр.)

Варіанти досліду	Назва хвороби									
	церкоспороз		борошниста роса		фомоз		вірусна жовтяниця		мозаїка	
	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*	1*	2*
Зернопросапна сівозміна										
1.	92,5	3,6	29,6	4,8	14,0	3,1	1,3	0,1	1,2	0,6
2.	91,7	2,7	20,5	5,0	12,7	2,9	1,3	0,3	1,1	0,5
3.	93,0	1,4	30,4	3,5	13,5	2,8	1,2	0,3	0,8	0,2
Зернопаропросапна сівозміна										
4.	93,0	4,0	36,1	3,5	25,4	4,1	1,1	0,3	1,4	0,5
5.	90,4	3,6	26,5	4,6	22,6	3,3	0,7	0,2	1,2	0,2
6.	93,6	3,9	27,3	4,7	18,7	3,1	1,2	0,1	1,1	0,3

Примітка: 1 – поширення хвороби, %; 2* – інтенсивність ураження хвороби, %.*

Таблиця 4

Щільність залягання шкідників залежно від різних способів основного обробітку ґрунту (середнє за 2022–2024 рр.), екз./м²

Варіанти досліду	Звичайний буряковий довгоносик			Екземпляри, уражені мюскардинами		Личинки жуків-коваликів	Личинки хлібних жуків
	личинки	лялечки	жуки	зеленою	червоною		
Зернопросапна сівозміна							
1.	16,5	14,2	10,7	7,6	3,2	1,8	0,7
2.	14,7	13,6	7,4	9,7	3,4	1,5	1,3
3.	15,0	10,0	6,6	15,4	4,5	0,6	1,3
Зернопаропросапна сівозміна							
4.	14,8	18,6	10,0	19,4	4,1	1,2	1,1
5.	12,3	18,7	13,6	17,4	3,6	1,4	1,0
6.	15,0	22,9	14,5	18,3	4,0	1,7	1,2

лялечки, дорослі жуки, ураження їх мюскардинами, а також щільності залягання жуків-коваликів і личинок хлібних жуків залежно від способу основного обробітку ґрунту настільки незначна, що зробити конкретний висновок на користь того чи іншого способу обробітку неможливо. Причому це стосується обох сівозмін – як зернопросапної, так і зернопаропросапної.

Висновки. За основними показниками фітопатологічних і ентомологічних спостережень виявлено певний вплив на них способів обробітку ґрунту. Проте, ураження буряків цукрових хворобами листків і у зернопросапній, і у зернопаропросапній сівозмінах було меншим на варіанті оранки на глибину 30–32 см. За рівнем забур'яненості посівів на початкових фазах росту й розвитку рослин буряків цукрових плоскорізний і поверхневий способи обробітку ґрунту не можна вважати технологічними. Кращі результати щодо зменшення кількості бур'янів на початку періоду вегетації буряків цукрових показали: у зернопросапній сівозміні – ярусна оранка на 40 см, а у зернопаропросапній – звичайна оранка на глибину 30–32 см. Саме на фоні цих способів основного обробітку ґрунту, що поєднуються з внесенням органо-мінеральних добрив, рослини культури розвиваються інтенсивніше, утворюючи добре розвинену листкову поверхню, під якою пригнічується ріст бур'янів у другій половині вегетації, чи вони гинуть.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бондар В.С. Тенденції і перспективи цукрового ринку України (До підсумків роботи галузі в 2016 р.). *Цукрові буряки*. 2017. № 1 (113).С. 4-5.
2. Практичні поради для успішного вирощування цукрових буряків. За матеріалами компанії KWS. *Агроном.* 2022. URL: https://www.agronom.com.ua/praktychni-porady-dlya-uspishnogo-vyroshhuvan nya-tsukrovyh-buryakiv/ (дата звернення: 12.02.2025).
3. Філоненко С.В., Пугач О.О., Буряк Б.Ю., Філоненко В.С. Аналіз ефективності вдосконалених елементів агротехніки за вирощування буряків цукрових. *Актуальні напрями та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва:* матеріали III Міжнародної наук.-практич. інтернет-конф. м. Полтава, 28 листопада 2024 р. Полтава : ПДАУ, 2024. С. 60-63.
4. Іваніна В., Стрілець О., Зацерковна Н. Цукрові буряки – високі та стабільні врожаї. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу.* 15.08.2016. URL: https://propozitsiya.com/ua/cukrovi-buryaky-vysoki-ta-stabilni-vrozhayi (дата звернення: 15.01.2025).
5. Борисюк П. Г., Бондар В. С. Проблеми та пріоритети бурякоцукрової галузі. *Цукор України*. 2017. № 6. С. 2-5.
6. Павленко В. А. Цукрові буряки сьогодні й завтра. Пропозиція. 2016. № 6. С. 50-52.

7. Сінченко В. М., Пиркін В. І., Широкоступ О. В. Досвід отримання високих врожаїв цукрових буряків. *Агроном.* 2017. URL: https://www.agronom.com.ua/dosvid-otrymannya-vysokyh-vrozhayiv-tsukrovyh-buryakiv/ (дата звернення: 15.02.2025).
8. Щоткін В. Цукрові буряки сьогодні й завтра. Пропозиція. 2013. № 6. С. 50-53.
9. Сінченко В. М., Пиркін В. І. Стратегія розвитку галузі буряківництва в Україні. *Цукрові буряки*. 2018. № 1 (117). С. 4-8.
10. Філоненко С.В. Цукор і бурякоцукрове виробництво: історія виникнення і становлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2008. № 3. С. 53-59.
11. Гангур В.В., Філоненко С.В., Філоненко В.С., Кухтін О.О. Вплив способів основного обробітку ґрунту на поширення хвороб буряків цукрових. *Сучасні напрями та досягнення селекції і насінництва сільськогосподарських культур* : матеріали І Всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конференції, присвяченої 75-річчю заснування кафедри селекції, насінництва і генетики. м. Полтава, 15 травня 2023 р. Полтава : ПДАУ, 2023. С. 120-123.
12. Смірних В.М. Роль агротехнічних прийомів у регулюванні щільності популяцій звичайного бурякового довгоносика. *Основні результати науково-дослідних робіт Веселоподолянської дослідно-селекційної станції за 1985-1990 рр.* Київ: ІЦБ. 1992. С. 80-85.
13. Сергієнко В. Хвороби цукрових буряків. *Пропозиція – головний журнал з питань агробізнесу.* 2019. № 12. URL: https://propozitsiya.com/ua/hvorobi-cukrovih-buryakiv (дата звернення: 16.02.2025).
14. Когут Г.С. Роль агротехнічних прийомів вирощування цукрових буряків в обмеженні розвитку їх хвороб. *Основні результати науково-дослідних робіт Веселоподолянської дослідно-селекційної станції за 1985-1990 рр.* Київ: ЩБ. 1992. С. 86-93.
15. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Філоненко С.В. Моніторинг забур'яненості посівів сільськогосподарських культур у ланці зернобурякової сівозміни у виробничих умовах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 23-30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03
16. Бойко Г. І., Шиліна Л.І., Гаврилюк М.С., Шаповал І.С. Основні фактори землеробства та продуктивність рослин і стан родючості чорноземів на Лівобережжі Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 4. С. 35-43.
17. Барштейн Л. А. Глибока оранка під буряки. Чи завжди доцільно? *Цукрові буряки*. 1998. № 6. С. 11-12.
18. Волков М.В. Родючість чорнозему опідзоленого при систематичному застосуванні добрив за різних систем основного обробітку в сівозміні на Лівобережжі Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 1994. № 3. С. 29-31.
19. Кирилюк В. М. Вплив системи основного обробітку ґрунту на продуктивність цукрових буряків залежно від ланки сівозміни. *Цукрові буряки*. 2005. № 1. С. 10-11.
20. Малієнко А.М. Забур'яненість і продуктивність цукрових буряків залежно від систем основного обробітку ґрунту та ланки сівозміни. Зб. наук. праць: Подільський державний аграрно-технічний університет. Кам'янець-Подільський, 2006. Вип.14. С. 28-32.
21. Гангур В.В., Філоненко С.В., Філоненко В.С., Ромашко А.П. Продуктивний потенціал буряків цукрових у сівозмінах із короткою ротацією. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування, присвячена пам'яті професора Г. П. Жемели:* матеріали Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. м. Полтава, 30 верес. 2024 р. Полтава : ПДАУ, 2024. С. 83-86.
22. Забаштанський С.А., Мотієнко М.Л. Продуктивність цукрових буряків залежно від глибини оранки і удобрення. *Вісник сільськогосподарської науки.* 1991. № 4. С. 14-16.
23. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Філоненко С.В., Ляшенко В. В. Ураження цукрових буряків церкоспорозом у короткоротаційній плодозмінній сівозміні за різних доз добрив під культуру. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. № 2. С. 35-39. doi: 10.31210/visnyk2018.02.05
24. Швам І. В. Основний обробіток ґрунту – фактор регулювання бур'янів у сівозміні. *Цукрові буряки*. 2003. № 3. С. 21-23.
25. Зоря С.Ю., Герасименко В. В., Корнієнкова В.Ф. Вплив ґрунтозахисних способів обробітку в зерно-паро-просапній сівозміні на поживний режим ґрунту під цукровими буряками. *Основні результати науково-дослідних робіт Веселоподолянської дослідно-селекційної станції за 1985 – 1990 рр*. Київ: ІЦБ. 1992. С. 36-39.
26. Мороз О. В., Горобець А. М., Смірних В. М. Добір оптимальної сортової агротехніки в інтенсивних технологіях вирощування цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2010. № 3. С. 10-12.
27. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Герасименко Ю. П., Філоненко С.В., Ляшенко В.В. Обробіток ґрунту, добрива та продуктивність цукрових буряків. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2018. № 1. С. 42-47. doi: 10.31210/visnyk2018.01.06
28. Кирилюк В. П. Як основний обробіток ґрунту та удобрення впливають на забур'яненість посівів буряків цукрових. *Цукрові буряки*. 2012. № 6. С. 8-11.
29. Тищенко М.В., Філоненко С.В., Шевельов О.П. Перспективні попередники цукрових буряків у короткотривалих сівозмінах господарств Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2004. № 2. С. 52-55.
30. Хильницький О. Основний обробіток ґрунту під цукрові буряки. *Агроном*. 2007. № 3. С. 113-115.
31. Єщенко В., Карнаух О. Чи доцільно застосовувати глибоку оранку під цукрові буряки? *Пропозиція*. 2001. № 4. С. 32-33.
32. Якименко В. В. Чи поліпшує плоскорізний обробіток ґрунту живлення цукрових буряків? *Цукрові буряки*. 1998. № 4. С. 15-16.
33. Методики проведення досліджень у буряківництві / під заг. ред. М. В. Роїка та Н. Г. Гізбулліна. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2014. 373 с.

REFERENCES:

1. Bondar, V.S. (2017). Tendentsii i perspektyvy tsukrovoho rynku Ukrainy (Do pidsumkiv roboty haluzi v 2016 r.) [Trends and prospects of the sugar market of Ukraine (To the results of the industry in 2016)]. *Tsukrovi buriaky*, 1 (113). 4-5. [in Ukrainian].

2. Praktychni porady dlia uspishnoho vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv (2022). [Practical tips for successful sugar beet cultivation. Based on materials from KWS]. Za materialamy kompanii KWS. *Ahronom.* Retrieved from: https://www.agronom.com.ua/praktychni-porady-dlya-uspishnogo-vyroshhuvannya-tsukrovyh-buryakiv [in Ukrainian].
3. Filonenko S.V., Puhach O.O., Buriak B.Iu. & Filonenko V.S. (2024). Analiz efektyvnosti vdoskonalenykh elementiv ahrotekhniky za vyroshchuvannia buriakiv tsukrovykh [Analysis of the effectiveness of improved elements of agricultural technology for growing sugar beets]. *Aktualni napriamy ta problematyka u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia produktsii roslynnytstva*: materialy III Mizhnarodnoi nauk.-praktych. internet-konf. Poltava : PDAU, 60-63. [in Ukrainian].
4. Ivanina V., Strilets O. & Zatserkovna N. (2016). Tsukrovi buriaky – vysoki ta stabilni vrozhai [Sugar beets – high and stable yields]. *Propozytsiia – holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu.* Retrieved from: https://propozitsiya.com/ua/cukrovi-buryaky-vysoki-ta-stabilni-vrozhayi [in Ukrainian].
5. Borysiuk P. H., Bondar B. C. (2017). Problemy ta priorytety buriakotsukrovoi haluzi [Problems and priorities of the beet sugar industry]. *Tsukor Ukrainy*, 6, 2-5 [in Ukrainian].
6. Pavlenko V. A. (20160 Tsukrovi buriaky sohodni y zavtra [Sugar beets today and tomorrow]. *Propozytsiia*, 6, 50-52 [in Ukrainian].
7. Sinchenko V. M., Pyrkin V. I., & Shyrokostup O. V. (2017). Dosvid otrymannia vysokykh vrozhaiv tsukrovykh buriakiv [Experience in obtaining high sugar beet yields]. *Ahronom.* Retrieved from: https://www.agronom.com.ua/dosvid-otrymannya-vysokyh-vrozhayiv-tsukrovyh-buryakiv/ [in Ukrainian].
8. Shchotkin V. (2013). Tsukrovi buriaky sohodni y zavtra [Sugar beets today and tomorrow]. *Propozytsiia,* 6, 50-53 [in Ukrainian].
9. Sinchenko V. M., Pyrkin V. I. (2018). Stratehiia rozvytku haluzi buriakivnytstva v Ukraini [Strategy for the development of the beet growing industry in Ukraine]. *Tsukrovi buriaky*, 1 (117), 4-8 [in Ukrainian].
10. Filonenko S.V. (2008). Tsukor i buriakotsukrove vyrobnytstvo: istoriia vynyknennia i stanovlennia [Sugar and beet sugar production: the history of its emergence and development]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 53-59 [in Ukrainian].
11. Hanhur V.V., Filonenko S.V., Filonenko V.S. & Kukhtin O.O. (2023). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu na poshyrennia khvorob buriakiv tsukrovykh [The influence of main tillage methods on the spread of sugar beet diseases]. *Suchasni napriamy ta dosiahnennia selektsii i nasinnytstva silskohospodarskykh kultur* : materialy I Vseukrainskoi nauk.-prakt. internet-konferentsii, prysviachenoi 75-richchiu zasnuvannia kafedry selektsii, nasinnytstva i henetyky. Poltava: PDAU, 120-123 [in Ukrainian].
12. Smirnykh V.M. (1992). Rol ahrotekhnichnykh pryiomiv u rehuliuvanni shchilnosti populiatsii zvychainoho buriakovoho dovhonosyka [The role of agrotechnical techniques in regulating the density of populations of the common beet weevil]. *Osnovni rezultaty naukovo-doslidnykh robit Veselopodolianskoi doslidno-selektsiinoi stantsii za 1985-1990 rr.* Kyiv: Instytut tsukrovykh buriakiv, 80-85 [in Ukrainian].
13. Serhiienko V. (2019). Khvoroby tsukrovykh buriakiv [Sugar beet diseases]. *Propozytsiia – holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu,* 12. Retrieved from: https://propozitsiya.com/ua/hvorobi-cukrovih-buryakiv [in Ukrainian].
14. Kohut H.S. (1992). Rol ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv v obmezhenni rozvytku yikh khvorob [The role of agrotechnical techniques for growing sugar beets in limiting the development of their diseases]. *Osnovni rezultaty naukovo-doslidnykh robit Veselopodolianskoi doslidno-selektsiinoi stantsii za 1985-1990 rr.* Kyiv: Instytut tsukrovykh buriakiv, 86-93 [in Ukrainian].
15. Tsvei Ya.P., Tyshchenko M.V., & Filonenko S.V. (2018). Monitorynh zaburianenosti posiviv silskohospodarskykh kultur u lantsi zernoburiakovoi sivozminy u vyrobnychykh umovakh [Monitoring of weed infestation of agricultural crops in the grain-beet crop rotation chain under production conditions]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1. 23-30. doi: 10.31210/visnyk2018.01.03 [in Ukrainian].
16. Boiko H. I., Shylina L.I., Havryliuk M.S., & Shapoval I.S. (1994). Osnovni faktory zemlerobstva ta produktyvnist roslyn i stan rodiuchosti chornozemiv na Livoberezhzhi Lisostepu Ukrainy [Main factors of agriculture and plant productivity and the state of fertility of black soils on the Left Bank of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4, 35-43 [in Ukrainian].
17. Barshtein L. A. (1998). Hlyboka oranka pid buriaky. Chy zavzhdy dotsilno? [Deep plowing for beets. Is it always advisable?]. *Tsukrovi buriaky,* 6, 11-12 [in Ukrainian].
18. Volkov M.V. (1994). Rodiuchist chornozemu opidzolenoho pry systematychnomu zastosuvanni dobryv za riznykh system osnovnoho obrobitku v sivozmini na Livoberezhzhi Lisostepu Ukrainy [Fertility of podzolized chernozem with systematic application of fertilizers under different main tillage systems in crop rotation on the Left Bank of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3, 29-31 [in Ukrainian].
19. Kyryliuk V. M. (2005). Vplyv systemy osnovnoho obrobitku gruntu na produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezhno vid lanky sivozminy [The influence of the main tillage system on the productivity of sugar beets depending on the crop rotation link]. *Tsukrovi buriaky,* 1, 10-11 [in Ukrainian].
20. Maliienko A.M. (2006). Zaburianenist i produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezhno vid system osnovnoho obrobitku gruntu ta lanky sivozminy [Weediness and productivity of sugar beets depending on the main tillage systems and crop rotation links]. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnoho ahrarno-tekhnichnoho universytetu, 14, 28-32 [in Ukrainian].
21. Hanhur V.V., Filonenko S.V., Filonenko V.S., & Romashko A.P. (2024). Produktyvnyi potentsial buriakiv tsukrovykh u sivozminakh iz korotkoiu rotatsiieiu [Productive potential of sugar beets in short-rotation crop rotations]. *Urozhainist ta yakist produktsii roslynnytstva za suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia, prysviachena pamiati profesora H. P. Zhemely*: materialy Mizhnarodnoi nauk.-prakt. internet-konf. Poltava : PDAU, 83-86 [in Ukrainian].
22. Zabashtanskyi S.A., Motiienko M.L. (1991). Produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezhno vid hlybyny oranky i udobrennia [Sugar beet productivity depending

on plowing depth and fertilization]. *Visnyk silskohospodarskoi nauky,* 4, 14-16 [in Ukrainian].
23. Tsvei Ya.P., Tyshchenko M.V., Filonenko S.V., & Liashenko V. V. (2018). Urazhennia tsukrovykh buriakiv tserkosporozom u korotkorotatsiinii plodozminnii sivozmini za riznykh doz dobryv pid kulturu [Sugar beet infection by cercospora in short-rotation crop rotation with different doses of fertilizers for the crop]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii,* 2, 35-39. doi: 10.31210/visnyk2018.02.05 [in Ukrainian].
24. Shvam I. V. (2003). Osnovnyi obrobitok gruntu – faktor rehuliuvannia burianiv u sivozmini [Primary tillage is a factor in weed control in crop rotation]. *Tsukrovi buriaky*, 3, 21-23 [in Ukrainian].
25. Zoria S.Iu., Herasymenko V. V., & Korniienkova V.F. (1992). Vplyv gruntozakhysnykh sposobiv obrobitku v zerno-paro-prosapnii sivozmini na pozhyvnyi rezhym gruntu pid tsukrovymy buriakamy [The influence of soil protection methods in grain-steam-rowing crop rotation on the nutrient regime of the soil under sugar beets]. *Osnovni rezultaty naukovo-doslidnykh robit Veselopodolianskoi doslidno-selektsiinoi stantsii za 1985 – 1990 rr*. Kyiv: Instytut tsukrovykh buriakiv, 36-39 [in Ukrainian].
26. Moroz O. V., Horobets A. M., & Smirnykh V. M. (2010). Dobir optymalnoi sortovoi ahrotekhniky v intensyvnykh tekhnolohiiakh vyroshchuvannia tsukrovykh buriakiv [Selection of optimal varietal agricultural techniques in intensive sugar beet growing technologies]. *Tsukrovi buriaky*, 3, 10-12 [in Ukrainian].
27. Tsvei Ya.P., Tyshchenko M.V., Herasymenko Yu. P., Filonenko S.V., & Liashenko V.V. (2018). Obrobitok gruntu, dobryva ta produktyvnist tsukrovykh buriakiv [Soil cultivation, fertilizers and sugar beet productivity]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 42-47. doi: 10.31210/visnyk2018.01.06 [in Ukrainian].
28. Kyryliuk V. P. (2012). Yak osnovnyi obrobitok gruntu ta udobrennia vplyvaiut na zaburianenist posiviv buriakiv tsukrovykh [How do basic soil tillage and fertilization affect weed infestation in sugar beet crops]. *Tsukrovi buriaky,* 6, 8-11 [in Ukrainian].
29. Tyshchenko M.V., Filonenko S.V., & Shevelov O.P. (2004). Perspektyvni poperednyky tsukrovykh buriakiv u korotkotryvalykh sivozminakh hospodarstv Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Promising sugar beet precursors in short-term crop rotations of farms in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii,* 2, 52-55 [in Ukrainian].
30. Khylnytskyi O. (2007). Osnovnyi obrobitok gruntu pid tsukrovi buriaky [Basic soil cultivation for sugar beets]. *Ahronom,* 3, 113-115 [in Ukrainian].
31. Yeshchenko V., Karnaukh O. (2001). Chy dotsilno zastosovuvaty hlyboku oranku pid tsukrovi buriaky? [Is it advisable to use deep plowing for sugar beets?]. *Propozytsiia,* 4, 32-33 [in Ukrainian].
32. Yakymenko V. V. (1998). Chy polipshuie ploskoriznyi obrobitok gruntu zhyvlennia tsukrovykh buriakiv? [Does flat-cut tillage improve sugar beet nutrition?]. *Tsukrovi buriaky,* 4, 15-16 [in Ukrainian].
33. Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi (2014). [Research methods in beet growing]. pid zah. red. M. V. Roika ta N. H. Hizbullina. Kyiv : Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv NAAN [in Ukrainian].

Філоненко С.В., Філоненко В.С. Забур'яненість та ентомо-фітопатологічний стан посівів буряків цукрових за різних способів основного обробітку ґрунту в сівозміні

Мета. Вивчення забур'яненості та ентомо-фітопатологічного стану посівів буряків цукрових за різних способів основного обробітку ґрунту.

Методи. Дослідження впливу різних способів основного обробітку ґрунту на забур'яненість та ентомо-фітопатологічний стан посівів буряків цукрових проводили на Веселоподільській ДСС ІБКіЦБ НААН України упродовж 2022-2024 рр. Дослідження проводили із гібридом буряків цукрових Булава, який рекомендований до відповідної зони вирощування. Обліки, спостереження та аналізи проводили згідно загальноприйнятих методик, розроблених науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (м. Київ).

Результати. У зернопросапній сівозміні забур'яненість посівів у фазі розвинутої «вилочки» рослин буряків була найнижчою на варіанті з ярусною оранкою – 31 шт./м^2. У зернопаропросапній сівозміні, де оранка на глибину 30-32 см порівнювалась зі способами плоскорізного і поверхневого обробітків, виявлено, що саме вона є найефективнішою у боротьбі з бур'янами.

За всі роки досліджень маса 100 ростків буряків цукрових виявилась найбільшою в обох сівозмінах на варіантах із оранкою на глибину 30-32 см і склала, в середньому, 41,8 г (зернопросапна сівозміна) і 43,2 г (зернопаропросапна сівозміна). На цих же варіантах щороку спостерігали найменше поширення коренеїду (10,8% і 14% відповідно) і найнижчу інтенсивність ураження ростків буряків цукрових цією хворобою (2,9% та 2,8% відповідно). Щодо поширення хвороб листкового апарату та інтенсивності ураження ними рослин буряків цукрових на фоні різних способів основного обробітку ґрунту, то тут також краща ситуація склалася на ділянках, де застосовували звичайну оранку на 30-32 см.

Висновки. За основними показниками фітопатологічних і ентомологічних спостережень виявлено певний вплив на них способів обробітку ґрунту. Проте, ураження буряків цукрових хворобами листків і у зернопросапній, і у зернопаропросапній сівозмінах було меншим на варіанті оранки на глибину 30-32 см. За рівнем забур'яненості посівів на початкових фазах росту й розвитку рослин буряків цукрових плоскорізний і поверхневий способи обробітку ґрунту не можна вважати технологічними. Кращі результати щодо зменшення кількості бур'янів на початку періоду вегетації буряків цукрових показали: у зернопросапній сівозміні – ярусна оранка на 40 см, а у зернопаропросапній – звичайна оранка на глибину 30-32 см.

Ключові слова: буряки цукрові, спосіб обробітку ґрунту, забур'яненість, коренеїд, хвороби листків.

Filonenko S.V., Filonenko V.S. Weediness and entomo-phytopathological condition of sugar beet crops under different methods of main soil cultivation in crop rotation

Purpose. Study of weed infestation and entomo-phytopathological condition of sugar beet crops under different methods of main soil cultivation.

Methods. The study of the impact of different methods of basic soil cultivation on weediness and entomo-phytopathological condition of sugar beet crops was conducted at the Veselopodilskaya DSS of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine during

2022-2024. The study was conducted with the Bulava sugar beet hybrid, which is recommended for the corresponding growing zone. Records, observations and analyses were carried out according to generally accepted methods developed by scientists of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine (Kyiv).

Results. In the grain-till crop rotation, the weed infestation of crops in the phase of the developed «fork» of beet plants was the lowest in the variant with tiered plowing – 31 pcs./m^2. In the grain-steam-till crop rotation, where plowing to a depth of 30-32 cm was compared with the methods of flat-cutting and surface cultivation, it was found that it is the most effective in controlling weeds. Over all the years of research, the mass of 100 shoots of sugar beet turned out to be the largest in both crop rotations in variants with plowing to a depth of 30-32 cm and amounted, on average, to 41.8 g (grain-till crop rotation) and 43.2 g (grain-steam-till crop rotation). On these same variants, the lowest spread of rootworm (10.8% and 14%, respectively) and the lowest intensity of damage to sugar beet seedlings by this disease were observed every year (2.9% and 2.8%, respectively). As for the spread of diseases of the leaf apparatus and the intensity of damage to sugar beet plants by them against the background of different methods of basic soil cultivation, here too the best situation was in areas where conventional plowing was used at 30-32 cm.

Findings. According to the main indicators of phytopathological and entomological observations, a certain influence of soil cultivation methods on them was revealed. However, the damage to sugar beets by leaf diseases in both grain-rowed and grain-steamed crop rotations was less in the plowing option to a depth of 30-32 cm. Considering the level of weed infestation of sugar beet crops in the initial phases of growth and development of their plants, flat-cut and surface tillage methods cannot be considered technological. The best results in reducing the number of weeds at the beginning of the sugar beet growing season were shown by: in the grain-rowed crop rotation – row plowing to a depth of 40 cm, and in the grain-steamed crop rotation – conventional plowing to a depth of 30-32 cm.

Key words: sugar beets, soil cultivation method, weed infestation, rootworm, leaf diseases.

УДК 633 : [620.925 : 58] : 632.7
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.30

ВИДОВИЙ СКЛАД І ШКІДЛИВІСТЬ ФІТОФАГІВ У ПОСІВАХ І ПОСАДКАХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

ФІЛОНЕНКО С.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8360-8852
Полтавський державний аграрний університет Міністерства охорони здоров'я України
СМІРНИХ В.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3294-5095
Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України
ТИЩЕНКО М.В. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0009-0005-7141-9452
Веселоподільська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Вирощування біоенергетичних культур у світовому землеробстві має неабияку актуальність. Адже при цьому відбувається систематичне забезпечення поновлюваною сировиною енергетичної галузі [3]. Людська цивілізація в ході свого розвитку вимагає щорічно все більшої кількості енергії, а звідси – постійне загострення проблеми забезпечення нею промисловості і населення [1]. Викопні її джерела вже давно виснажені. Тому достатньо важливим і актуальним є вирощування рослинницької сировини, яка з успіхом здатна замінити викопні енергетичні ресурси [8]. До того ж, така сировина має цілу низку переваг. Одна із них – це те, що така сировина може бути вирощена і відновлена майже щороку. Слід також згадати й екологічний бік відповідного процесу. Адже під час вирощування біоенергетичних культур не потрібно свердлити вглиб планети багатокілометрові свердловини, не потрібно копати шахти, наносячи величезної шкоди довкіллю [15].

Загальновідомо, що під час свого росту й розвитку біоенергетичні культури в результаті фотосинтезу поглинають значну кількість вуглекислого газу, виділяючи при цьому величезну кількість кисню, який так необхідний людству [17]. Зважаючи на це, сьогодні реальністю є вирощування рослин для виробництва біопалива, яким властивий високий потенціал енерговіддачі [2].

Проте, рослини біоенергетичних культур є звичайними біологічними об'єктами, на які негативно впливають численні шкідники і хвороби [4]. Щодо шкідників, то комах, які живляться зеленими частинами рослин, плодами, корою дерев чи кущів, коренями рослин називають фітофагами. Проти цих груп комах діють ентомофаги – це хижі комахи і паразити, які порушують життєві цикли шкідників і створюють біотичний бар'єр захисту для сільськогосподарських культур, тобто це паразитоїди, що харчуються шкідниками рослин [11].

Зважаючи на це, сьогодні надзвичайно важливим є питання дослідження та аналізу видового складу фітофагів та ентомофагів, які функціонують на посівах і насадженнях біоенергетичних культур. Знаючи кількісний та видовий склад відповідних груп комах, можна створити ефективний й достатньо дієвий захист біоенергетичних культур, який би у першу чергу спирався на біологізовану та екологічну його складову. Застосування інсектицидів у цьому захисті було б допоміжним заходом, і як таким, що використовувався б лише у виключних випадках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Понад півтора десятки років потому в нашій державі, з метою отримання достатньої кількості біомаси для альтернативної енергетики, почали створювати у промислових масштабах плантації різних видів енергетичних рослин. Через їх унікальну пластичність, здатність рости на землях, які не придатні для ведення сільського господарства, а також завдяки інтенсивному використанню в якості біоенергетичної сировини, площі енергетичних рослин у нашій країні збільшилися до декількох десятків тисяч гектарів і продовжують зростати [7, 17].

Найбільш поширеними серед біоенергетичних рослин є свічграс, міскантус, біоенергетична верба і сорго цукрове [8]. Саме вони, за свідченням численних науковців, мають достатньо високу біологічну стійкість до різноманітних несприятливих чинників навколишнього середовища, формують потужний фотосинтетичний апарат та достатньо розвинену кореневу систему, характеризуються певною швидкорослістю, а деякі із них мають відносну довговічність та здатність легко розмножуватись вегетативно [13]. Всі вказані біологічні характеристики цих біоенергетичних рослин доводять їх можливість і доцільність вирощування у широких масштабах не тільки певного регіону, але й всієї країни [20].

Науковці стверджують, що вирощування енергетичної сировини дозволяє забезпечити високу ефективність використання непридатних для польових культур земельних угідь. Разом із цим можна суттєво поліпшити екологічний стан довкілля і створити сприятливі умови для вирощування на цих землях традиційних сільськогосподарських культур, або ж лісових насаджень [3].

Згідно численних даних вітчизняних дослідників, сьогодні в нашій країні тисячі гектарів енергетичних плантацій знаходяться виключно на непридатних для вирощування польових культур угіддях [7].

Науковці, як вітчизняні, так і зарубіжні, стверджують,

що біоенергетичні культури, як і всі інші рослини, пошкоджуються комплексом фітофагів. Їх видовий склад у першу чергу залежить від зони вирощування і від особливостей самої біоенергетичної культури [12]. Наприклад, американські та європейські дослідники вважають, що вирощування міскантусу, як енергетичної рослини, сприяє збільшенню чисельності шкідників, які є спільними і для польових культур [9]. Тому варто врахувати, що по мірі розповсюдження міскантусу деякі фітофаги здатні завдавати йому суттєвих пошкоджень. Це саме стосується й світчграсу, сорго цукрового, біоенергетичної верби, тополі та інших біоенергетичних культур [21].

Так, наприклад, в результаті досліджень було встановлено, що в умовах Європи рослини біоенергетичної верби пошкоджуються як ґрунтоживучими (личинки хрущів, коваликів, чорнишів, хлібних жуків та турунів), так і наземними шкідливими комахами (листоїд вербовий, попелиця вербова, клопи-сліпняки, міль горностаєва) [10, 14]. А рослини міскантусу пошкоджують із ґрунтових шкідників – личинками коваликів, чорнишів, хрущів і хлібних жуків та гусеницями підгризаючих совок; із з наземних шкідників для цієї рослини є небезпечними гусениці листогризучих совок і личинки гессенської мухи [16]. Свічграс, в більшості, пошкоджують ґрунтові шкідники (личинки злакових мух, цикадки, клопи-сліпняки, блішки хлібні, п'явиця хлібна, попелиця велика злакова) [19]. Щодо сорго цукрового, то його рослинам завдають значної шкоди наземні шкідники (личинки мухи паросткової, цикадки (шестикрапкова і смугаста), попелиця, гусениці метелика кукурудзяного стеблового, клопи-сліпняки, жуки ковалики) [18].

Зважаючи на інтенсивний розвиток в Україні плантаційного вирощування біоенергетичної сировини, все це змушує аграріїв звернути свою увагу на захист відповідних культур від численних шкідників. Для цього слід визначити їх видовий склад, враховуючи те, що окремі з них, за сприятливий умов для розвитку, можуть накопичуватись у значній кількості і нанести певній культурі суттєвих пошкоджень. Тому важливим є накопичення результатів спостережень щодо встановлення видового складу фітофагів у посівах і посадках біоенергетичних культур, визначення щільності їх популяцій та здійснення своєчасного контрою їхньої чисельності і зниження шкідливості.

Метою досліджень було визначення та аналіз видового складу фітофагів у посівах і посадках біоенергетичних культур, дослідження та вивчення ролі ентомофагів, що є регулюючим фактором чисельності фітофагів в зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2017-2021 рр. на дослідному полі Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук, яка розташована в Лівобережному Лісостепу. Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий слабосолонцюватий малогумусний середньосуглинковий, який характеризується такими агрохімічними показниками орного шару: pH сольової витяжки – 7,3-7,8; ємність поглинання коливається в межах 35-37 мг-екв. на 100 г ґрунту; гумус за Тюріним – 4,2-4,4 %, забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм (за Мачигіним) складає 45,7-59,8 і 133,1-142,4 мг/кг ґрунту відповідно. Територія станції знаходиться в зоні недостатнього зволоження, де середньобагаторічна кількість опадів, за даними метеостанції Веселий Поділ, упродовж року становить 511 мм, за вегетаційний період – 326 мм. Клімат – помірно-континентальний з недостатнім зволоженням. Середня багаторічна середньорічна температура повітря складає +7,7 ^{0}C, сума активних температур (> +5 ^{0}C) – 2030 ^{0}C, сума ефективних температур (> +10 ^{0}C) – 1275 ^{0}C.

Чисельність шкідників, які зимують чи перебувають у ґрунті в певний період свого життєвого циклу, визначали методом розкопок навесні та восени, відбору ґрунтових проб та їх аналізу. Наземних шкідників виявляли способом візуального огляду деревних рослин, рівномірно розміщених на плантації [5, 6].

Результати досліджень. За результатами п'ятирічних досліджень встановлено, що у посівах і посадках біоенергетичних культур виявлені фітофаги і ентомофаги з класу комахи.

В структурі ентомокомплексу виділяються наступні ряди: *Coleoptera, Orthoptera, Hymenoptera, Diptera, Lepidoptera, Hemiptera* та 24 родини.

Найбільша чисельність родин, з наявністю в своєму складі фітофагів, що можуть становити загрозу для врожайності енергетичної біомаси, була знайдена на свічграсі (Panicum virgatum L.), який вирощували упродовж 12 років (табл. 1).

Проаналізувавши трофічні ланцюги живлення виявлених шкідників на свічграсі (просі прутоподібному), чітко помітно, що можливої загрози слід очікувати від шкідників з родин: *Carabidae, Tenebrionidae, Elateridae, Scarabaeidae, Miridae, Tettigoniidae, Pentatomidae, Coreidae,* що є характерними для Полтавської області.

Таблиця 1

Трофічні групи комах у посівах свічграсу (Panicum virgatum L.) (в середньому за 2017-2021 рр.)

Шкідники з родин	Корисні комахи з родин
Carabidae	Coccinellidae
Tenebrionidae	Formicidae
Elateridae	Chalcididae
Scarabaeidae	
Tettigoniidae	
Miridae	
Pentatomidae	
Coreidae	

З корисних комах у відповідному агроценозі на рослинах свічграсу були присутні комахи з родини *Coccinellidae, Formicidae* та *Chalcididae.*

За даними обліків, проведених у посівах світчграсу, виявлено декілька видів наземних шкідників, чисельність яких наведена в табл. 2.

Таблиця 2

Видовий склад та чисельність наземних шкідників у посівах свічграсу (Panicum virgatum L.), (в середньому за 2017-2021 рр.)

Шкідники	Чисельність, екз./100 помахів сачком
Злакові мухи	19
Цикадки	16
Клопи	34
Хлібні блішки	32
Хлібна п'явиця	6
Попелиця велика злакова	221

Зокрема, за допомогою косіння ентомологічним сачком виявлено, що найбільш багаточисельними були: велика злакова попелиця, клопи, хлібні блішки, злакові мухи. Чисельність цих фітофагів коливалась від 19 до 221 особин на 100 помахів ентомологічним сачком. Інші види були менш чисельними (хлібна п'явиця та цикадки).

В умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції за п'ять років відповідних досліджень отримано цікаві дані щодо біорізноманіття шкідливих і корисних видів на різних сортах цієї культури. Проаналізувавши особливості заселення комахами різних сортів проса прутоподібного (Дакота, Небраска, Санберст, Канлоу, Форесбург, Картадж, Шелтер, Аламо, Кейв-ін-Рок), можна відмітити, що найбільшу чисельність фітофагів спостерігали на сортах Картадж, Шелтер, Аламо і Кейв-ін-Рок (табл. 3).

Серед ентомофагів на рослинах свічграсу відмічали кокцинелід, золотоочок та хальцид. Найбільшу кількість корисних комах спостерігали на сортах Форесбург та Канлоу. В той же час такі сорти свічграсу, як Картадж, Шелтер, Аламо і Кейв-ін-Рок, мають тенденцію до збільшення кількості фітофагів та зменшення кількості корисних комах.

Тривалість вирощування проса прутоподібного на обраних дослідних ділянках вплинула на біорізноманіття, зокрема, на кількість та співвідношення корисних комах і шкідників. Тривале вирощування проса прутоподібного може викликати деякий ризик, збільшуючи число шкідників і сприяти розвитку не тільки багатоїдних, але і спеціалізованих шкідників. Фітофаги і корисні комахи були єдиними трофічними групами, які показали значні відмінності у кількості. Тому ми вважаємо, що вибір сорту проса прутоподібного може мати вплив на різноманітність видів комах, які забезпечують формування екосистеми.

Щодо шкідників міскантусу, то за даними наших обстежень посадок цієї культури встановлено, що найбільшої шкоди рослинам завдають ґрунтові види шкідників. Як свідчать дані табл. 4, куди занесені результати наших обліків відповідних груп комах, в умовах станції чисельність ґрунтових шкідників таких, як дротяники, личинки хрущів, личинки хлібних жуків знаходилась у межах 0,0-1,6 екз./м^2, що у цілому не перевищує економічний поріг їх шкідливості (ЕПШ) і реальної загрози культурі вони завдавати не можуть. Водночас слід відмітити, що з роками за вирощування цієї культури чисельність ґрунтових фітофагів практично не змінюється і знаходиться у тих межах, що і в перший рік її вирощування.

Для кореневої системи енергетичної верби особливо небезпечними є ґрунтові шкідники – личинки травневого *(Melolontha melolonta L.)* та червневого *(Amphimallon solstitalis L.)* хрущів, дротяники, які значно пошкоджують посадковий матеріал. Після висаджування саджанців верби та їх укорінення, вони грубо об'їдають кореневу систему, що в свою чергу призводить до ослаблення молодих рослин, відставання їх у рості й розвитку, порівняно з неушкодженими рослинами, або ж до повної загибелі саджанців. Внаслідок цього густота рослин енергетичної верби зменшується. Контролювати чисельність цих фітофагів складно, оскільки ті із них, які знаходяться в ґрунті, зимують там і виходять з діапаузи після висаджування саджанців верби. Шкідники інтенсивно живляться молодими корінцями, що призводить до негативних наслідків. Дані наших обліків показали, що чисельність цих фітофагів неоднакова. Так, щільність дротяників була, в середньому, 1,8 екз./м^2, личинок хрущів – 0,3 екз./м^2, личинки хлібних жуків взагалі за роки досліджень не зустрічались (табл. 4).

Крім того, рослини цієї культури пошкоджують жуки вербового листоїда і попелиця (табл. 5). Так, попелицею було заселено від 7,0 до 32,0% рослин з балом заселення 1,0-1,1. Щільність популяції вербового листоїда в динаміці коливалась у межах від 0,3 до 3,7 екз./м^2.

Таблиця 3

Заселеність різних сортів проса прутоподібного фітофагами і ентомофагами, (в середньому за 2017-2021 рр.)

№ з/ч	Сорти проса прутоподібного	Заселеність посівів комахами, особин/100 помахів сачком	
		фітофаги	ентомофаги
1	Дакота	195	24
2	Небраска	191	27
3	Санберст	204	21
4	Канлоу	194	34
5	Форесбург	179	37
6	Картадж	228	22
7	Шелтер	221	23
8	Аламо	218	23
9	Кейв-ін-Рок	207	25

Таблиця 4

Наявність ґрунтових комах у посівах і посадках біоенергетичних культур та пошкодженість ними рослин (в середньому за 2017-2021 рр.)

Біоенергетичні культури	Щільність ґрунтових комах, екз./м²					Пошкоджено рослин, %
	дротяники	личинки хрущів	личинки хлібних жуків	личинки і жуки хижих турунів	дощові черв'яки	
свічграс						
відновлення вегетації	1,6	0,2	0	2,2	25,4	11,0
припинення вегетації	1,3	0,3	0	1,9	26,7	16,0
міскантус						
відновлення вегетації	1,4	0,4	0	2,5	24,2	7,0
припинення вегетації	1,4	0,4	0	2,0	25,6	6,0
біоенергетична верба						
відновлення вегетації	1,7	0,4	0	1,8	24,3	12,0
припинення вегетації	1,1	0,2	0	1,7	22,4	15,0
сорго цукрове						
до сівби	1,1	0	2,3	2,0	17,8	-
сходи	1,0	0	2,1	2,3	20,7	7,0
перед збиранням	1,1	0	1,9	1,9	21,7	-

Таблиця 5

Чисельність шкідників і пошкодженість ними енергетичної верби у період вегетації (в середньому за 2017-2021 рр.)

Дата обстеження	Чисельність жуків вербового листоїда, екз./м²	Пошкоджено рослин, %	Заселено рослин попелицею	
			%	середній бал заселення
10.06	0,8	4,0	28,0	1,0
20.06	1,4	11,0	32,0	1,1
30.06	2,3	14,0	27,0	1,1
10.07	3,7	17,0	21,0	1,0
20.07	0,3	2,0	7,0	1,0

Таблиця 6

Чисельність шкідників і пошкодженість ними рослин сорго цукрового в період вегетації (в середньому за 2017-2021 рр.)

Дата обстеження	Заселено рослин звичайною злаковою попелицею		Щільність гусениць кукурудзяного стеблового метелика, екз./м²	Пошкоджено рослин, %	Чисельність цикадок, екз./м²
	%	середній бал заселення			
10.07	27,0	1,0	0	0	5,2
20.07	34,0	1,1	0	0	6,4
30.07	46,0	1,2	1,1	6,0	5,5
10.08	48,0	1,3	1,8	8,0	8,1
20.08	23,0	1,0	1,0	4,0	3,7

За даними наших спостережень, цей фітофаг суттєво пошкоджував рослини біоенергетичної верби.

Зокрема, за дослідний період ним було пошкоджено від 2,0 до 17,0% рослин цієї культури із середнім ступенем пошкодженості. Ці дані свідчать про те, що вербовий листоїд за розширення площ під енергетичною вербою може завдати відчутних втрат для цієї біоенергетичної культури.

Щодо видового складу і чисельності фітофагів у посівах сорго цукрового, то нашими дослідженнями встановлено, що в умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції рослини цієї культури пошкоджують наступні наземні види шкідників: звичайна злакова попелиця, гусениці кукурудзяного стеблового метелика і цикадки (табл. 6).

В окремі роки рослини сорго цукрового пошкоджували гусениці різних видів совок, здебільшого листогризучі. Наприклад, у 2018 р. в умовах станції цю культуру в незначній мірі заселяли гусениці совки С-чорне і капустяної.

Чисельність фітофагів на сорго цукровому залежить як від років досліджень, так і періоду обліків. Так, заселеність рослин відповідної культури попелицею, в середньому за п'ять років, коливалась від 23,0 до 48,0% з середнім балом 1,0-1,3. Максимальну щільність гусениць кукурудзяного метелика відмічали лише в I-II декадах серпня з чисельністю 1,0-1,8 екз./м^2, а чисельність цикадок коливалась у межах 3,7-6,4 екз./м^2.

Висновки. У Лівобережному Лісостепу зони недостатнього зволоження посіви і насадження біоенергетичних культур (свічграсу (Panicum virgatum L.), міскантусу (Miscanthus giganteus J.M. Greef & Deuter ex Hodkin), біоенергетичної верби (Salix L.), сорго цукрового (Sorghum saccharatum Moench.)) пошкоджує значний комплекс як ґрунтоживучих, так і наземних фітофагів. Головними із них є: із ґрунтоживучих – личинки травневого та червневого хрущів, коваликів, чорнишів, хлібних жуків та турунів; а із наземних – велика злакова попелиця, клопи, хлібні блішки, злакові мухи, листоїд вербовий, попелиця вербова, міль горностаєва. За сприятливих умов для їх розвитку вони здатні завдати біоенергетичним рослинам значних пошкоджень. Тому важливими є різні методи та заходи, які сприяють поширенню ентомофагів, які і допомагають контролювати чисельність фітофагів та запобігають їхньому негативному впливу на біоенергетичні культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Агроекологічні аспекти вирощування багаторічних трав для виробництва біопалива 2-ї генерації. *Вісник Кременчуцького національного університету ім. М Остроградського*. 2012. 4 (75). 128-130.
2. Вербняк А. А., Ганженко О. М., Смірних В. М., Левченко Л. М. Сорго цукрове – перспективна біоенергетична культура в умовах недостатнього зволоження Східного Лісостепу України. *Цукрові буряки*. 2016. № 4. С. 9-10.
3. Гументик М.Я. Технологічні основи створення промислових плантацій високопродуктивних біоенергетичних культур. *Біоенергетика.* 2020. № 1. С. 14-17.
4. Кучеровська С. В., Стефановська Т. Р., Смірних В. М. Вивчення ентомокомплексу проса лозоподібного (Panicum virgatum L.) в умовах центрального Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 444-447.
5. Методологія дослідження енергетичних плантацій верб і тополь / за ред. В. М. Сінченка. Київ : Компринт, 2018. 137 с.
6. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур / за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 296 с.
7. Роїк М. В., Гументик М. Я., Мамайсур В. В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива. *Біоенергетика.* 2013. № 2. С. 18-19.
8. Роїк М.В., Сінченко В.С., Бондар В.С., Фурса А.В., Гументик М.Я. Концепція розвитку біоенергетики в Україні до 2035 року. *Біоенергетика*. 2019. № 2(14). С. 4-10.
9. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Стефановська Т. Р. Контроль чисельності личинок хрущів у посадках енергетичної верби та міскантусу гігантського. *Біоенергетика.* 2014. № 2. С. 31-32.
10. Саблук В. Т., Стефановська Т. Р., Завада М. М. Вербовий листоїд (Clytra laeviseula R.) небезпечний шкідник верби й тополі. *Біоенергетика.* 2014. № 2. С. 34.
11. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Смірних В. М. Збереження корисної ентомофауни за оптимізації використання інсектицидів. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2018. Вип. 26. С. 35-41.
12. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Смірних В. М., Педос В. П. Фітофаги енергетичних посадок верби. *Біоенергетика*. 2020. № 2. С. 15-19.
13. Саблук В. Т., Грищенко О. М., Смірних В. М., Педос В. П., Суслик Л.О. Чи загрожують біоенергетичним культурам шкідники? *Біоенергетика*. 2018. № 1. С. 37-40.
14. Саблук В. Т., Сінченко В. М., Грищенко О. М., Смірних В. М., Педос В. П., Суслик Л. О. Шкідники верби енергетичної та заходи контролю їхньої чисельності. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків.* 2018. Вип. 26. С. 41-48.
15. Саблук В. Т., Сторожик Л. І., Смірних В. М., Педос В. П. Роль агротехніки в обмеженні чисельності фітофагів у посівах цукрових буряків. *Збірник наукових праць Інституту цукрових буряків УААН*. 2008. Вип. 10. С. 291-298.
16. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Стефановська Т.Р. Контроль чисельності личинок хрущів у посадках енергетичної верби та міскантусу гігантського. *Біоенергетика.* 2014. № 2. С. 31-32.
17. Саблук В.Т., Сінченко В.М., Грищенко О.М., Запольська Н.М., Шендрик К.М., Смірних В.М., Педос В.М., Суслик Л.О., Ворожко С.П., Тищенко М.В. Рекомендації з технології захисту сільськогосподарських та біоенергетичних культур від шкідників та хвороб. Київ: ІБКіЦБ, 2019. 28 с.
18. Саблук В.Т., Стефановська Т.Р., Завада М.М. Вербовий листоїд (Clytralaeviseula R.) небезпечний шкідник верби й тополі. *Біоенергетика.* 2014. № 2. С. 34.
19. Смірних В. М., Курило В. Л., Герасименко Ю. П., Мостьовна Н. А., Горобець А. М., Кулик М. І., Мороз О. В. Свічграс як нова фітоенергетична культура. *Цукрові буряки*. 2011. № 3. С. 12-14.
20. Стефановська Т. Р., Кучеровська С. В., Підліснюк В. В. Агроекологічна оцінка ризику вирощування свічграсу з урахуванням впливу шкідливих організмів. *Агроекологічний журнал*. 2012. С. 125-127.
21. Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Київ: Логос. 2009. 80 с.

REFERENCES:

1. Ahroekolohichni aspekty vyroshchuvannia bahatorichnykh trav dlia vyrobnytstva biopalyva 2-yi heneratsii (2012). [Agroecological aspects of growing perennial grasses for the production of 2nd generation biofuels]. *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu im. M Ostrohradskoho*, 4 (75), 128-130 [in Ukrainian].
2. Verbniak A. A., Hanzhenko O. M., Smirnykh V. M., Levchenko L. M. (2016). Sorho tsukrove – perspektyvna

bioenerhetychna kultura v umovakh nedostatnoho zvolozhennia Skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Sugar sorghum is a promising bioenergy crop in conditions of insufficient moisture in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. *Tsukrovi buriaky,* 4, 9-10 [in Ukrainian].
3. Humentyk M. Ia. (2020). Tekhnolohichni osnovy stvorennia promyslovykh plantatsii vysokoproduktyvnykh bioenerhetychnykh kultur [Technological foundations for the creation of industrial plantations of highly productive bioenergy crops]. *Bioenerhetyka*, 1, 14-17 [in Ukrainian].
4. Kucherovska S. V., Stefanovska T. R., Smirnykh V. M. (2013). Vyvchennia entomokompleksu prosa lozopodibnoho (Panicum virgatum L.) v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Study of the entomological complex of the vine-like millet (Panicum virgatum L.) in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, vyp. 17(1), 444-447 [in Ukrainian].
5. Metodolohiia doslidzhennia enerhetychnykh plantatsii verb i topol (2018). [Methodology for research into energy plantations of willows and poplars]. / za red. V. M. Sinchenka. Kyiv : Komprynt, 137 [in Ukrainian].
6. Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur (1986). [Accounting for pests and diseases of agricultural crops]. / za red. V. P. Omeliuty. Kyiv: Urozhai, 296 [in Ukrainian].
7. Roik M. V., Humentyk M. Ya., Mamaisur V. V. (2013). Perspektyvy vyroshchuvannia enerhetychnoi verby dlia vyrobnytstva tverdoho biopalyva [Prospects for growing energy willow for the production of solid biofuels]. *Bioenerhetyka,* 2, 18-19 [in Ukrainian].
8. Roik M. V., Sinchenko V. S., Bondar V. S., Fursa A. V., Humentyk M. Ia. (2019). Kontseptsiia rozvytku bioenerhetyky v Ukraini do 2035 roku [Concept for the development of bioenergy in Ukraine until 2035]. *Bioenerhetyka,* № 2(14), 4-10 [in Ukrainian].
9. Sabluk V. T., Hryshchenko O. M., Stefanovska T. R. (2014). Kontrol chyselnosti lychynok khrushchiv u posadkakh enerhetychnoi verby ta miskantusu hihantskoho [Control of the number of beetle larvae in plantings of energy willow and giant miscanthus]. *Bioenerhetyka,* 2, 31-32 [in Ukrainian].
10. Sabluk V. T., Stefanovska T. R., Zavada M. M. (2014). Verbovyi lystoid (Clytra laeviseula R.) nebezpechnyi shkidnyk verby y topoli [Willow leafhopper (Clytra laeviuscula R.) is a dangerous pest of willow and poplar]. *Bioenerhetyka,* 2, 34 [in Ukrainian].
11. Sabluk V. T., Hryshchenko O. M., Smirnykh V. M. (2018). Zberezhennia korysnoi entomofauny za optymizatsii vykorystannia insektytsydiv [Preservation of beneficial entomofauna by optimizing the use of insecticides]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv,* vyp. 26, 35-41 [in Ukrainian].
12. Sabluk V. T., Hryshchenko O. M., Smirnykh V. M., Pedos V. P. (2020). Fitofahy enerhetychnykh posadok verby [Phytophages of energy willow plantations]. *Bioenerhetyka,* 2, 15-19 [in Ukrainian].
13. Sabluk V. T., Hryshchenko O. M., Smirnykh V. M., Pedos V. P., Suslyk L.O. (2018). Chy zahrozhuiut bioenerhetychnym kulturam shkidnyky? [Are bioenergy crops threatened by pests?]. *Bioenerhetyka,* 1, 37-40 [in Ukrainian].
14. Sabluk V. T., Sinchenko V. M., Hryshchenko O. M., Smirnykh V. M., Pedos V. P., Suslyk L. O. (2018). Shkidnyky verby enerhetychnoi ta zakhody kontroliu yikhnoi chyselnosti [Pests of energy willow and measures to control their numbers]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv,* vyp. 26, 41-48 [in Ukrainian].
15. Sabluk V. T., Storozhyk L. I., Smirnykh V. M., Pedos V. P. (2008). Rol ahrotekhniky v obmezhenni chyselnosti fitofahiv u posivakh tsukrovykh buriakiv [The role of agricultural technology in limiting the number of phytophagous pests in sugar beet crops]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu tsukrovykh buriakiv UAAN,* vyp. 10, 291-298 [in Ukrainian].
16. Sabluk V. T., Hryshchenko O. M., Stefanovska T. R. (2014). Kontrol chyselnosti lychynok khrushchiv u posadkakh enerhetychnoi verby ta miskantusu hihantskoho [Control of the number of beetle larvae in plantings of energy willow and giant miscanthus]. *Bioenerhetyka,* 2, 31-32 [in Ukrainian].
17. Sabluk V. T., Sinchenko V. M., Hryshchenko O. M., Zapolska N. M., Shendryk K. M., Smirnykh V. M., Pedos V. M., Suslyk L. O., Vorozhko S. P., Tyshchenko M. V. (2019). Rekomendatsii z tekhnolohii zakhystu silskohospodarskykh ta bioenerhetychnykh kultur vid shkidnykiv ta khvorob [Recommendations on the technology of protecting agricultural and bioenergy crops from pests and diseases]. Kyiv: Instytut bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv, 28 [in Ukrainian].
18. Sabluk V. T., Stefanovska T. R., Zavada M. M. (2014). Verbovyi lystoid (Clytralaeviseula R.) nebezpechnyi shkidnyk verby y topoli [Willow leafhopper (Clytralaeviseula R.) is a dangerous pest of willow and poplar]. *Bioenerhetyka,* 2, 34 [in Ukrainian].
19. Smirnykh V. M., Kurylo V. L., Herasymenko Yu. P., Mostovna N. A., Horobets A. M., Kulyk M. I., Moroz O. V. (2011). Svichhras yak nova fitoenerhetychna kultura [Switchgrass as a new phytoenergy crop]. *Tsukrovi buriaky,* 3, 12-14 [in Ukrainian].
20. Stefanovska T. R., Kucherovska S. V., Pidlisniuk V. V. (2012). Ahroekolohichna otsinka ryzyku vyroshchuvannia svitchhrasu z urakhuvanniam vplyvu shkidlyvykh orhanizmiv [Agroecological risk assessment of switchgrass cultivation taking into account the impact of harmful organisms]. *Ahroekolohichnyi zhurnal,* 125-127 [in Ukrainian].
21. Fuchylo Ya. D., Sbytna M. V., Fuchylo O. Ia., Litvin V. M. (2009). Stvorennia ta vyroshchuvannia enerhetychnykh plantatsii verb i topol [Creation and cultivation of energy plantations of willows and poplars]. Kyiv: Lohos, 80 [in Ukrainian].

Філоненко С.В., Смірних В.М., Тищенко М.В. Видовий склад і шкідливість фітофагів у посівах і посадках біоенергетичних культур

Мета. Визначення та аналіз видового складу фітофагів у посівах і посадках біоенергетичних культур, дослідження та вивчення ролі ентомофагів, що є регулюючим фактором чисельності фітофагів в зоні недостатнього зволоження Лівобережного Лісостепу.

Методи. Дослідження проводили упродовж 2017-2021 рр. на дослідному полі Веселоподільській ДСС ІБКіЦБ НААН, яка розташована в Лівобережному Лісостепу. Проводили облік фітофагів та ентомофагів

у посівах і посадках біоенергетичних культур (свічграсу, міскантусу, біоенергетичної верби та сорго цукрового). Чисельність ґрунтових шкідників визначали методом розкопок навесні та восени, відбору ґрунтових проб та їх аналізу. Наземних шкідників виявляли шляхом візуального огляду деревних рослин, рівномірно розміщених на плантації.

Результати. Найбільша чисельність фітофагів, що можуть становити загрозу для врожайності енергетичної біомаси, була знайдена на свічграсі. Для кореневої системи енергетичної верби особливо небезпечними виявились ґрунтові шкідники. Крім того, рослини цієї культури пошкоджують жуки вербового листоїда і попелиця. Так, попелицею було заселено від 7,0 до 32,0% рослин з балом заселення 1,0-1,1. Щільність популяції вербового листоїда в динаміці коливалась у межах від 0,3 до 3,7 екз./м^2.

На сорго цукровому заселеність його рослин попелицею, в середньому, коливалась від 23,0 до 48,0% з середнім балом 1,0-1,3. Максимальну щільність гусениць кукурудзяного метелика відмічали лише в I-II декадах серпня з чисельністю 1,0-1,8 екз./м^2.

Висновки. У Лівобережному Лісостепу зони недостатнього зволоження посіви і насадження біоенергетичних культур (свічграсу, міскантусу, біоенергетичної верби, сорго цукрового) пошкоджує значний комплекс як ґрунтоживучих, так і наземних фітофагів. Головними із ґрунтоживучих є личинки травневого та червневого хрущів, коваликів, чорнишів, хлібних жуків та турунів; а із наземних – велика злакова попелиця, клопи, хлібні блішки, злакові мухи, листоїд вербовий, попелиця вербова, міль горностаєва. За сприятливих умов для їх розвитку вони здатні завдати біоенергетичним рослинам значних пошкоджень.

Ключові слова: фітофаги, ентомофаги, біоенергетичні культури, свічграс, міскантус, біоенергетична верба, сорго цукрове.

Filonenko S.V., Smirnykh V.M., Tyshchenko M.V. Species composition and harmfulness of phytophages in crops and plantings of bioenergy crops

Purpose. Determination and analysis of the species composition of phytophages in crops and plantings of bioenergy crops, research and study of the role of entomophages, which is a regulating factor in the number of phytophages in the zone of insufficient moisture of the Left-Bank Forest-Steppe.

Methods. The research was conducted during 2017-2021 at the experimental field of the Veselopodilsk Experimental and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, which is located in the Left Bank Forest-Steppe. Phytophages and entomophages were recorded in crops and plantings of bioenergy crops (switchgrass, miscanthus, bioenergy willow and sugar sorghum). The number of soil pests was determined by excavation in spring and autumn, soil sampling and their analysis. Ground pests were detected by visual inspection of woody plants evenly distributed on the plantation.

Results. The largest number of phytophagous organisms that may pose a threat to the yield of energy biomass was found on switchgrass. Soil pests were particularly dangerous for the root system of energy willow. In addition, plants of this crop are damaged by willow leaf beetles and aphids. Thus, aphids were colonized from 7.0 to 32.0 % of plants with a colonization score of 1.0-1.1. The population density of the willow leaf beetle in dynamics ranged from 0.3 to 3.7 individuals/m^2.

On sugar sorghum, the colonization of its plants by aphids, on average, ranged from 23.0 to 48.0% with an average score of 1.0-1.3. The maximum density of corn borer caterpillars was observed only in the first and second decades of August with a number of 1.0-1.8 individuals/m^2.

Findings. In the Left-Bank Forest-Steppe zone of insufficient moisture, sowing and planting of bioenergy crops (switchgrass, miscanthus, bioenergy willow, sugar sorghum) damages a significant complex of both soil-dwelling and terrestrial phytophagous. The main soil-dwelling ones are the larvae of May and June beetles, woodlice, black beetles, grain beetles and turuns; and the terrestrial ones are the large cereal aphid, bedbugs, grain fleas, cereal flies, willow leafhopper, willow aphid, and ermine moth. Under favorable conditions for their development, they are capable of causing significant damage to bioenergy plants.

Key words: phytophagous, entomophagous, bioenergy crops, switchgrass, miscanthus, bioenergy willow, sugar sorghum.

УДК 633.854.78:631.53.011:631.811.98:632.112(251.1-17:477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.31

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ЗА ДІЇ ФІТОРЕГУЛЯТОРІВ І МІКРОДОБРИВ В ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ЧЕРНИХ С.А. – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-8106-9901
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ЛЕМІШКО С.М. – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-4973-7455
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ПРИШЕДЬКО Н.О. – асистентка
orcid.org/0009-0004-3944-0211
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
КАСЬЯНОВ Є.О. – аспірант
orcid.org/0009-0007-7841-5619
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Установлено, що за врахування організаційно-економічних засад ефективне виробництво соняшнику з метою отримання високоякісного насіння та переробки його на рослинну олію в умовах України та інших держав світу є ключовою потребою, але внаслідок глобальної зміни агрокліматичних ресурсів (катастрофічної спеки і посухи) відмічено зниження врожайності і якості продукції [10, 14, 21]. Соняшникова олія – незамінний продукт на столі будь-якої кухні, а погодні умови впливають на не тільки продуктивність культури – соняшнику, а й на вихід і якість отриманого продукту переробки – олії [6, 8]. Якісні ознаки насіння соняшнику визначають основні і додаткові показники, серед яких важлива роль відводиться окрім органолептичних сортовим якостям, які впливають на віднесення до класу та розподілу за категоріями, що впивають на можливості використання та властивості продукції за її споживання [20, 3]. Серед низки параметрів господарсько-цінних ознак, серед яких – фізичні біологічні та хімічні, увагу привертають фізичні, і серед них лушпинність, пустозерність [18].

Метеорологічні чинники впливають на інтенсивність ростових процесів, формування продуктивності та одержання якісної продукції [2, 11]. Досягнення максимально високої врожайності соняшнику за збереження якісних показників на високому рівні можливо за зниження проявів впливу водних та температурних стресів, коли нівелюється негативний прояв на процеси запилення, формування насіння та накопичення олії [19, 4, 5]. Актуальним є застосування антистресантів, регуляторів росту та мікродобрив з метою забезпечення активізації росту рослин та з метою швидкого виведення зі стресового (посухового і теплового) стану, коротких термінів реанімації рослин, відновлення порушення обміну речовин, компенсації нестачі фітогормонів, потужної пролонгованої антистресової дії [1, 3, 7, 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За коливання врожайності соняшнику, в різні за погодним умовами роки, проблема росту обсягу виробництва, наразі, є високо актуальною (за врахування його високої рентабельності вирощування) [15, 17, 16]. Для підвищення продуктивності соняшника ефективним є використання сучасних біопрепаратів та рістрегулюючих речовин, які оптимізують водоспоживання в складних гідротермічних (стресових) умовах за антропогенних факторів [12, 13, 23].

Метою статті є освітлення дослідження з розробки стратегії вирощування гібриду соняшнику з наміром підвищення якості сім'янок соняшнику в існуючих технологіях вирощування, що передбачають перегляд та оптимізацію складників інноваційного виробництва за умов мінливості параметрів кліматичного становища атмосферних показників.

Матеріали та методика досліджень. Проведено в 2022-2024 рр. лабораторно – польові досліди в умовах Науково-дослідного поля Навчально-наукового центру ДДАЕУ та полів ТОВ «Дубрава» (Дніпровський район Дніпропетровська область) з вивчення реакції гібриду соняшнику Епікур на дію фіторегуляторів і мікродобрив для встановлення взаємозв'язку між рослинами та умовами середовища (за достатньо високих температур у весняно-літній період та відчутної нестачі вологи (продуктивної)).

Сівбу гібриду Епікур здійснено широкорядним способом в оптимальні строки для зони дослідження. Попередником соняшнику слугувала пшениця озима. Норма висів гібриду в досліді – 60 тис. насінин/га, посів виконано спеціалізованою сівалкою (марка Creat Plains PD8070). В досліді розмір ділянки для обліків – 50 м^2, форма ділянки – прямокутна, повторення варіантів – трьохразове, розміщення – систематичне. За даними регіонального центру з гідрометеорології, за своєрідної особливості останніх років, у весняно-літній період доволі часто фіксувались погодні аномалії (зі значним недобором атмосферних опадів, підвищеним температурним режимом, суховіями, низькими запасами вологи в грунті, комплексним характером дії атмосферної та грунтової посухи), які значною мірою впливали на отримання сходів рослин та хід їх біологічних процесів, що позначалось на призупиненні росту,

зниженні тургору в листі, послаблені фотосинтезу, що в цілому погіршувало стан посівів та давало вірогідні передумови до зниження продуктивності. Агротехнічні заходи під культуру виконувались згідно рекомендацій для регіону. Удобрення посіву проведено мінеральними добривами (за внесення розкидним способом, доза добрив – $N_{30}P_{30}K_{30}$). За вирощування соняшнику знищення бур'янів проводили гербіцидами Харнес (2 л/га) та Євро-Лайтнінг (1 л/га). Обробка насіння соняшнику фіторегуляторами та мікродобривами виконана перед висівом (передпосівна) та позакоренева (в фазі бутонізації). Ґрунтові умови в польовому досліді – типові для зони – чорнозем звичайний малогумусний, середньосуглинковий, з високим балом бонітету (80-81) та вмістом гумусу, який знаходиться орному шарі (4,2 %). Виконання обліків, спостережень (супутніх), вимірювань в досліді виконано за дотримання методик [22].

Результати досліджень. Лушпинність насіння для соняшнику вказує на наявність масової долі плодових оболонок серед загальної його маси. На цей показник впливає низка факторів – від умов навколишнього середовища (особливо в визначальний період – сівба – сходи) до довжини часу наливу ядра та нагромадження сухих речовин, за якого формується лушпиння з тонким або масивним шаром, що дозволяє мати захист ядра (природний) від негативного впливу зовнішніх умов. За встановленої реакції гібриду Епікур (табл. 1) у різні за вологозабезпеченням роки (2022-2024) на дію обробітку фіторегуляторами і мікродобривами, отримано покрокові зміни показника добротності насіння.

Спираючись на показники вмісту лушпиння в насінні було визначено що за роки досліджень у високо олійного гібриду Епікур лушпинність по варіантам змінювалась, в середньому, на 0,16-0,58 % (за найбільшого розбігу її показників відносно контролю за передпосівної обробки Трептолем в дозуванні 20 мл/т та обприскування Вінкропс Антистрес нормою 1,0 л/га).

Також привернув увагу факт меншого значення лушпинності у насінні (24,37 %) за застосування іншого фіторегулятору росту – АКМ, РК (напівсинтетичного препарату антиоксидантної та стабілізуючої дії) в дозі 0,2 л/т, який мав нормалізуючу дію в умовах стресу (стимулював біологічні процеси та підвищував стійкість до несприятливих умов росту). За невисокої розбіжності показника між варіантами Ярос (12 л/т) і Квадростим (500 г/т) 24,6 та 24,65 %, коливання лушпинності між іншими варіантами та контролем знаходилось від 24,23 до 24,81 %.

За встановлення спекотних умов одразу після цвітіння соняшнику, під час років дослідження, виникла пустозерність у частини сім'янок (табл. 2). Зміна товарних якостей насіння внаслідок пустозерності як центральної, так і периферійної частини відбувалась за впливу агрометеорологічних умов року та дії препаратів.

Таке явище спостерігалось на периферійній частині кошиків внаслідок сильної спеки, повітряної посухи, теплового стресу (критичними високими температурами в період цвітіння рослин та на початку наливу насіння) та погіршеної якості запиленості (недозапиленості) внаслідок погіршеної якості пилку та загибелі приймочок маточки була сформована значна кількість пустозерних сім'янок.

В центральній частині кошику за низької забезпеченості вологою та нестачі поживних речовин за утворення зачатків генеративних органів та під час формування кошику відбувалась загибель квіточок. Отже, згідно отриманих результатів, за обробок Трептолем (20 мл/т) та Вінкропс Антистрес (1,0 л/га) збільшується кількість заплідненого насіння. Так, найвищий рівень невиповненого насіння за дії несприятливих умов фіксувався в 2024 році на контролі (22,5 %), тоді як за застосування проведених обробок кількість пустих насінин зменшувалась і складала 21,4-15,7 %. Кількість дефектного насіння по рокам коливалась від 18,9 до 22,5 %. Можна зауважити, що соняшник гібриду Епікур сформував в середньому за обробок АКМ (0,2 л/т) незначно вищу (на 1,7 %) до кращих варіантів (14,4-14,6 %) кількість пустих зерен. Середня зафіксована пустозерність за роки досліджень сягає 20,7 %, тоді як за обробок її величина знижається на 1,1- 6,3 %.

Адаптивні можливості за формування врожайності у гібриду Епікур проявляються при проведенні передпосівного та позакореневого обробітку препаратами (табл. 3).

Зміни умов вирощування (доволі суха погода, за якої проявляються значні коливання (амплітудні)

Таблиця 1

Лушпинність соняшнику гібриду Епікур за обробки фіторегуляторами і мікродобривами, %

№ п/п	Варіанти	Лушпинність, %				
		Роки				
		2022	2023	2024	середнє	+/- до контролю
1.	Контроль (чиста вода)	24,65	24,83	24,96	24,81	-
2.	Ярос, в.р.к. 12 л/т	24,43	24,7	24,83	24,65	- 0,16
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	24,39	24,67	24,74	24,6	-0,21
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	24,33	24,4	24,37	24,37	-0,44
5.	Лідер плюс, в.с.р., 0,05 л/га	24,29	24,59	24,6	24,49	-0,32
6.	АГРІНОС А, р., 1,5 л/га	24,23	24,52	24,49	24,41	-0,4
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	24,2	24,41	24,38	24,33	-0,48
8.	Вінкропс Антистрес, в.р., 1,0 л/га	24,13	24,3	24,27	24,23	-0,58
$НІР_{05}$		0,12	0,13	0,11		

Таблиця 2

Пустозерність соняшнику гібриду Епікур за використання фіторегуляторів і мікродобрив, %

№ п/п	Варіанти	Пустозерність, %			
		Роки			
		2022	2023	2024	середнє
1.	Контроль (чиста вода)	18,9	20,6	22,5	20,7
2.	Ярос, в.р.к., 12 л/т	17,8	19,7	21,4	19,6
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	17,1	19,2	21,0	19,1
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	14,2	16,1	17,9	16,1
5.	Лідер плюс, в.с.р., 0,05 л/га	16,6	18,3	20,2	18,4
6.	АГРІНОС А, р., 1,5 л/га	15,9	17,3	19,8	17,7
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	13,9	15,4	18,3	14,6
8.	Вінкропс Антистрес, в.р., 1,0 л/га	13,5	14,1	15,7	14,4
НІР $_{05}$		0,07	0,05	0,08	

Таблиця 3

Динаміка зміни врожайності соняшнику гібриду Епікур за дії фіторегуляторів та мікродобрив, т/га

№ п/п	Варіанти	Урожайність, т/га				
		Роки				
		2022	2023	2024	середнє	+/- до контролю
1.	Контроль (чиста вода)	2,42	2,2	1,96	2,19	-
2.	Ярос, в.р.к., 12 л/т	2,45	2,25	1,98	2,23	+0,04
3.	Квадростим, в.р.к., 500 г/т	2,48	2,29	2,03	2,27	+0,08
4.	АКМ, РК, 0,2 л/т	2,58	2,36	2,17	2.37	+0,18
5.	Лідер плюс, в.с.р., 0,05 л/га	2,49	2,27	2,05	2,27	+0,08
6.	АГРІНОС А, р., 1,5 л/га	2,51	2,29	2,05	2,28	+0,09
7.	Трептолем, в.р.с., 20 мл/т	2,6	2,41	2,19	2,4	+0,21
8.	Вінкропс Антистрес, в.р., 1,0 л/га	2,66	2,47	2,24	2,46	+0,27
НІР $_{05}$		0,02	0,02	0,03		

температурних показників (згідно кліматологічної норми) та значний недобір атмосферних опадів) призвели до формування значно нижчої врожайності культури (особливо у 2024 році) за можливо високого її потенціалу. За посушливих періодів дієвість використаних препаратів у зростанні врожайності сягала 0,04-0,27 т/га.

Висновки. Застосування фіторегуляторів та мікродобрив дозволяє покращити якісні показники насіння за рахунок зниження відсотку лушпиння та пустозерності насіння соняшнику**.** Обробка соняшнику препаратами Трептолем та Вінкропс Антистрес за зміни гідротермічного режиму (з критичною точкою у серпні за нестачі вологи в ґрунті на момент наливу і дозрівання насіння) підвищує стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища за активізації процесів саморегуляції і дозволяє отримати (в середньому за 3 роки) зниження лушпинності (на 0,48 та 0,58 %), скорочення утворення пустих зерен (на 6,1-6,3 %), одержати найбільший приріст врожайності(на 0,21 та 0,27 т/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. Agrology. 2020. № 4. Т.3. С. 225–231.
2. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. Агроном. 2006. № 3. С. 12–15.
3. Мельник А.В. Агробіологічні особливості вирощування соняшнику та ріпаку ярого в умовах Північно-східного Лісостепу України. 2023. Суми. Університетська книга. 229 с.
4. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Базалій В.В. Агробіологічне обґрунтування застосування біопрепаратів в технології вирощування соняшника. 2024. Херсон. Олді -Плюс. 188 с.
5. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В., Пічура В.І., Домарацький О.О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення. 2024. Херсон. Олді – Плюс. 160 с.
6. Гаврилюк М.М., Салатенко В.Н., Федорчук М.І. Олійні культури в Україні. навчальний посібник. К. Основа. 2008. 420 с.
7. Буряк Ю.І., Огурцов Ю.Є., Чернобаб О.В., Клименко І.І. Посівні якості насіння соняшнику залежно від впливу регуляторів росту рослин і протруйників. Селекція і насінництво. 2014. Вип.105. С. 173–177.
8. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця. ФОП Рогальська І.О. 2017. 588 с.
9. Шкатула Ю.М. Мікробіологічні препарати в агроценозах соняшнику. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Тенденції і перспективи розвитку науки та освіти

в умовах глобалізації. Переяслав. 2020. Вип.57. С. 474–476.
10. Жуйков О.Г., Бурдюг О.О. Елементи біологізації технології вирощування соняшнику в контексті їх впливу на кількісно-якісні показники врожаю в умовах Південного Степу. Таврійський науковий вісник. 2018. № 104. С. 52–59.
11. Ласло О.О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшнику за умов глобальних кліматичних змін. Вісник ПДАА. 2022. № 2 С. 107–112.
12. Єременко О.А., Калитка В.В. Вплив регуляторів росту рослин на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. № 1.С. 57–62.
13. Брагін О.М., Чуйко Д.В. Способи підвищення продуктивності ліній соняшнику та інших сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту. Вісник ХНАУ. 2019. № 1. С. 107–117.
14. Єременко О.А., Каленська, С.М., Калитка В.В., Малкіна В.М. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов Південного Степу України. Агробіологія. 2017. № 2 (135). С. 123–130.
15. Цилюрик О.І., Румбах М.Ю, Іжболдін О.О., Бондаренко О.В., Ноздріна Н.Л., Остапчук Я.В. Вплив регуляторів росту на ріст і розвиток рослин соняшнику в Північному Степу України. Зернові культури. 2022. Том 6. № 1. С. 69–81.
16. Ткачук О.П., Бондарук Н.В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. Аграрні інновації. 2023. № 18. С. 120–127.
17. Гуска С.В. Урожайність соняшнику залежно від використання біопрепаратів та мікродобрив. IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний соціальний та економічний аспекти. Полтава. 2020. С. 110–113.
18. Яковенко Т.М. Олійні культури України. К. Урожай. 2005. 406 с.
19. Каленська С.М., Єременко О.А., Таран В.Г., Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2017. Вип.25. С. 48–57.
20. Троценко В.І. Соняшник: Селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Суми: Університетська книга, 2001. 184 с.
21. Курченко С.Ю. Організаційно-економічні засади ефективного виробництва соняшнику в Україні. Економічний вісник університету(Переяслав – Хмельницький ДПУ імені Григорія Сковороди). 2015. Вип. 24/1. С. 45–48.
22. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин та грунтів /З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко В.П. Карпенко/ К.: ЗАТ НІЧЛАВА. 2003. 320 с.
23. Лемішко С.М., Черних С.А. Ефективність дії рістрегулюючих речовин і мікродобрив на процеси формування продуктивності соняшнику в умовах Північного степу України. Аграрні інновації. 2023. № 17. С. 94–98.

REFERENCES:

1. Hamayunova V.V., Kudrina V.S. (2020), *Formuvannya produktyvnosti sonyashnyku pid vplyvom pozakorenevykh pidzhyvlen' suchasnymy biopreparatamy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny* [The formation of sunflower productivity under the influence of foliar fertilization with modern biological preparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine], Dnipro State Agrarian and Economic University, Agrology, Dnipro, Ukraine. [in Ukrainian]
2. Adamenko T. (2006), *Zmina ahroklimatychnykh umov ta yikh vplyv na zernove hospodarstv* [Change in agroclimatic conditions and their impact on grain farming], Agronomist, Ukraine. [in Ukrainian]
3. Mel'nyk A.V. (2023), *Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannya sonyashnyku ta ripaku yaroho v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrayiny* [Agrobiological features of sunflower and spring rape cultivation in the conditions of the North-Eastern Forest Steppe of Ukraine], University book. Sumy, Ukraine. [in Ukrainian]
4. Domarats'kyy YE.O., Kozlova O.P., Bazaliy V.V. (2024), *Ahrobiolohichne obgruntuvannya zastosuvannya biopreparativ v tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyka* [Agrobiological substantiation of the use of biological preparations in sunflower cultivation technology], Kherson, Oldie-Plus, Ukraine. [in Ukrainian]
5. Domarats'kyy YE.O., Dobrovol's'kyy A.V., Bazaliy V.V., Pichura V.I., Domarats'kyy O.O. (2024), *Sonyashnyk: ekolohichni shlyakhy optymizatsiyi yoho zhyvlennya* [Sunflower: ecological ways of optimizing its nutrition], Kherson, Oldie-Plus, Ukraine. [in Ukrainian]
6. Havrylyuk M.M., Salatenko V.N., Fedorchuk M.I. (2008), *Oliyni kul'tury v Ukrayini* [Oil crops in Ukraine], Kyiv. Basis, Ukraine. [in Ukrainian]
7. Buryak YU.I., Ohurtsov YU.YE., Chernobab O.V., Klymenko I.I. (2014), *Posivni yakosti nasinnya sonyashnyku zalezhno vid vplyvu rehulyatoriv rostu roslyn i protruynykiv* [Sowing qualities of sunflower seeds depending on the influence of plant growth regulators and poisoners], *Breeding and seed production*, Ukraine. [in Ukrainian]
8. Mazur V.A., Palamarchk V.D., Polishchuk I.S., Palamarchuk O.D. (2017), *Novitni ahrotekhnolohiyi u roslynnytstvi* [New agricultural technologies in crop production], FOP Rogalska I.O., Vinnytsia, Ukraine. [in Ukrainian]
9. Shkatula YU.M. (2020), *Mikrobiolohichni preparaty v ahrotsenozakh sonyashnyku* [Microbiological preparations in sunflower agrocenoses], Pereyaslav, Ukraine. [in Ukrainian]
10. Zhuykov O.H., Burdyuh O.O. (2018), *Elementy biolohizatsiyi tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyku v konteksti yikh vplyvu na kil'kisno-yakisni pokaznyky vrozhayu v umovakh Pivdennoho Stepu* [Elements of biologization of sunflower cultivation technology in the context of their influence on the quantitative and qualitative indicators of the harvest in the conditions of the Southern Steppe], *Taurian Scientific Bulletin, Ukraine*. [in Ukrainian]
11. Laslo O.O. (2022), *Pokaznyky efektyvnosti zastosuvannya rehulyatoriv rostu roslyn u tekhnolohiyi vyroshchuvannya sonyashnyku a umov hlobal'nykh klimatychnykh zmin* [Indicators of the effectiveness of the application of

plant growth regulators in the technology of sunflower cultivation and the conditions of global climate change], *PDAA Bulletin*, Ukraine. [in Ukrainian]
12. Yeremenko O.A., Kalytka V.V.(2016), *Vplyv rehulyatoriv rostu roslyn na rist, rozvytok ta formuvannya vrozhayu sonyashnyku v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrayiny* [The influence of plant growth regulators on the growth, development and formation of the sunflower crop in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]*, Scientific reports of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*, Ukraine. [in Ukrainian]
13. Brahin O.M., Chuyko D.V. (2019), *Sposoby pidvyshchennya produktyvnosti liniy sonyashnyku ta inshykh sil's'kohospodars'kykh kul'tur z vykorystannyam rehulyatoriv rostu* [Methods of increasing the productivity of sunflower lines and other agricultural crops using growth regulators], *KHNAU Bulletin*, Ukraine. [in Ukrainian]
14. Yeremenko O.A., Kalens'ka, S.M., Kalytka V.V., Malkina V.M. (2017), *Urozhaynist' sonyashnyku zalezhno vid ahrometeorolohichnykh umov Pivdennoho Stepu Ukrayiny* [Sunflower yield depending on the agrometeorological conditions of the Southern Steppe of Ukraine], *Agrobiology*, Ukraine. [in Ukrainian]
15. Tsylyuryk O.I., Rumbakh M.YU, Izhboldin O.O., Bondarenko O.V., Nozdrina N.L., Ostapchuk YA.V. (2022), *Vplyv rehulyatoriv rostu na rist i rozvytok roslyn sonyashnyku v Pivnichnomu Stepu Ukrayiny* [The influence of growth regulators on the growth and development of sunflower plants in the Northern Steppe of Ukraine]*, Cereal crops*, Ukraine. [in Ukrainian]
16. Tkachuk O.P., Bondaruk N.V. (2023), *Faktory intensyfikatsiyi ta ekolohizatsiyi vyroshchuvannya sonyashnyku* [Factors of intensification and greening of sunflower cultivation], *Agrarian innovations*, Ukraine. [in Ukrainian]
17. Huska S.V. (2017), *Urozhaynist' sonyashnyku zalezhno vid vykorystannya biopreparativ ta mikrodobryv* [Sunflower yield depending on the use of biological preparations and microfertilizers], Poltava, Ukraine. [in Ukrainian]
18. Yakovenko T.M. (2005), *Oliyni kul'tury Ukrayiny* [Oil crops of Ukraine], Kyiv. Harvest, Ukraine. [in Ukrainian]
19. Kalens'ka S.M., Yeremenko O.A., Taran V.H., Krest'yaninov YE.V., Ryzhenko A.S. (2019), *Adaptyvnist' pol'ovykh kul'tur za zminnykh umov vyroshchuvannya. Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv* [Adaptability of field crops under variable growing conditions], *Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, Ukraine. [in Ukrainian]
20. Trotsenko V.I. (2001), *Sonyashnyk: Selektsiya, nasinnytstvo, tekhnolohiya vyroshchuvannya: monohrafiya* [Sunflower: Breeding, seed production, growing technology], Sumy, University book, Ukraine. [in Ukrainian]
21. Kurchenko S.YU. (2015), *Orhanizatsiyno-ekonomichni zasady efektyvnoho vyrobnytstva sonyashnyku v Ukrayini* [Organizational and economic principles of effective sunflower production in Ukraine], *Economic bulletin of the university (Pereyaslav – Khmelnytskyi State University named after Hryhoriy Skovoroda)*, Ukraine. [in Ukrainian]
22. Hrytsayenko Z.M. *Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen' roslyn ta hruntiv* / Z.M. Hrytsayenko, A.O. Hrytsayenko V.P. Karpenko [Methods of biological and agrochemical research of plants and soils], CJSC NICHLAVA, Kyiv, Ukraine. [in Ukrainian]
23. Lemishko S.M., Chernykh S.A. (2023) *Efektyvnist' diyi ristrehulyuyuchykh rechovyn i mikrodobryv na protsesy formuvannya produktyvnosti sonyashnyku v umovakh Pivnichnoho stepu Ukrayiny* [Effectiveness of the action of re-regulating substances and microfertilizers on the processes of formation of sunflower productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine], *Agrarian innovations*, Ukraine. [in Ukrainian]

Черних С.А., Лемішко С.М., Пришедько Н.О., Касьянов Є.О. Особливості формування якісних показників насіння соняшнику за дії фіторегуляторів і мікродобрив в гідротермічних умовах Північного Степу України

Мета. Виявлення впливу фіторегуляторів та мікродобрив в умовах атмосферної та грунтової посухи в агроекосистемах Північного Степу України на показники добротності насіння соняшнику, що впливають на вихід готової продукції (олії).

Методи. Виконання польових та лабораторних дослідів та опрацювання літературних джерел по встановленню параметрів впливу на формування високої кондиційності вирощеного врожаю за становлення об'єктивності, доказовості та відтворення.

Результати. Наведені дані по трьохрічним дослідженням стосовно дії варіантів фіторегуляторів та мікродобрив на критерії якості насіння та величину продуктивності гібриду соняшнику Епікур в гідротермічних умовах Північного степу України. Серед 7 випробуваних у досліді препаратів найкраща ефективна дія виявлена за обробки комплексним природним антистресантом органо-мінеральним добривом Вінкропс Антистрес в нормі 1,0 л/га, який (за відсутності токсичності) забезпечував в умовах екстремально високих температурних більш кращу оптимізацію поглинання і використання водних ресурсів, засвоюваність елементів живлення, що позначилось на кількісних (ріст врожайності на 0,27 т/га) і якісних показниках врожайності (зниженні лушпинності та пустозерності на 6,3 % і 0,58 % відповідно). Передпосівний обробіток насіння біорегулятором Трептолем, в нормі 20 мл/т, який містить в композиції поєднання високого вмісту речовин і природного і синтетичного створення завдяки наявних фітогормонів та інших складників (аміно- та поліненасичених кислот) регулює фізіологічні процеси, що позначається на збільшенні утворення повноцінного насіння (зниження пустозерності на 6,1 %, кількості лушпиння на 0,48 %, рості врожайності на 0,21 т/га).

Висновки. Метереологічні чинники вплинули не лише на величину продуктивності гібриду Епікур (виявлена достовірна прибавка врожайності (0,04-0,27 т/га) за 2022-2024 р., яка сформована за обробок фіторегуляторами і мікродобривами в агроценозі соняшнику), а й на показники якості насіння (величину лушпинності, кількості пустих насінин) під впливом основних агрометеорологічних факторів навколишнього середовища.

Ключові слова: метеорологічні чинники, ознаки та характеристики кондиційності, лушпинність, пустозерність, добротність.

Chernykh S.A., Lemishko S.M., Pryshedko N.O., Kasyanov E.O. Peculiarities of the formation of quality indicators of sunflower seeds under the action of phytoregulators and microfertilizers in the hydrothermal conditions of the Northern Steppe of Ukraine

Purpose. Identification of the effect of phytoregulators and microfertilizers in conditions of atmospheric and soil drought in the agro-ecosystems of the northern steppe of Ukraine on quality indicators of sunflower seeds, which affect the yield of finished products (oil).

Methods. Conducting field and laboratory experiments and processing literary sources to establish the parameters of influence on the formation of high fitness of the grown crop for the establishment of objectivity, evidence and reproduction.

Results. Data on three-year research on the effect of phytoregulator options and microfertilizers on seed quality criteria and productivity of the Epicurus sunflower hybrid in the hydrothermal conditions of the Northern Steppe of Ukraine are given. Among the 7 preparations tested in the experiment, the best effective action was observed with the treatment of the complex natural anti-stress organo-mineral fertilizer Wincrops Antistress at a rate of 1.0 l/ha, which (in the absence of toxicity) provided better optimization of water resource absorption and utilization, and nutrient assimilation under extremely high temperatures, resulting in quantitative (yield increase by 0.27 t/ha) and qualitative yield indicators (reduction of huskiness and unfilled grains by 6.3 % and 0.58 %, respectively). Presowing seed treatment with the bioregulator Treptolem, at a rate of 20 ml/tonne, which in its composition combines a high content of both natural and synthetically created substances, thanks to the presence of phytohormones and other components (amino and polyunsaturated acids), regulates physiological processes. This regulation results in an increase in the formation of high-quality seeds (a decrease in seed emptiness by 6.1 %, the amount of husk by 0.48 %, and a yield increase of 0.21 t/ha).

Conclusions. Meteorological factors affected not only the productivity of the Epicurus hybrid (a significant yield increase (0.04-0.27 t/ha) was detected for 2022-2024, which was formed due to the treatment with restregulators and microfertilizers in the sunflower agrocenosis), but also the indicators of seed quality (the amount of huskiness, the number of empty seeds) under the influence the main agrometeorological factors of the environment.

Key words: meteorological factors, signs and characteristics of condition, flaking, empty grain, quality.

УДК 631.581.5:633.34
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.32

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ

ЧЕТВЕРИК О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-1986-1316
Полтавський державний аграрний університет
ШАКАЛІЙ С.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4568-1386
Полтавський державний аграрний університет
МАРІНІЧ Л.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-0073-9433
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Мінеральні добрива забезпечують рослини необхідними макро- та мікроелементами, що сприяють їхньому нормальному росту та розвитку [1-2]. Недостатнє або надмірне внесення добрив може негативно позначитись на якості та кількості врожаю. Баланс елементів живлення має бути правильно підібраний для оптимізації продуктивності. Внесення спеціальних бактерій, таких як Bradyrhizobium japonicum штаму LZ 21 та LZ18-ГМ, при інокуляції насіння сої сприяє утворенню азотфіксуючих вузлів на коренях рослин, що підвищує їх здатність до засвоєння азоту з атмосфери. Це не лише зменшує потребу в азотних добривах, але й покращує загальний стан рослин, що може позитивно вплинути на врожай. Загалом, для досягнення високих і стабільних врожаїв сої важливо враховувати всі ці чинники та оптимізувати їх взаємодію [3–5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування мінерального удобрення та інокуляції насіння є надзвичайно важливим для розвитку агрономії, оскільки соя є однією з основних культур, яка широко вирощується в багатьох країнах, зокрема в Україні. Врожайність сої залежить від температурного режиму, кількості опадів, вологозабезпечення та тривалості вегетаційного періоду [6–7]. Останні дослідження показують, що для досягнення високих урожаїв необхідно дотримуватись оптимальних температурних умов на різних етапах розвитку культури. Останні публікації підтверджують важливість правильно підібраних мінеральних добрив для забезпечення рослин усіма необхідними елементами для нормального розвитку. Особливу увагу слід звертати на вміст азоту, фосфору та калію [8–10]. Азот необхідний для інтенсивного росту рослин, фосфор сприяє розвитку кореневої системи, а калій підвищує стійкість до хвороб і стресових умов. Однак застосування добрив повинно бути збалансованим, оскільки надмірне внесення може призвести до негативних наслідків для екології та економіки. Інокуляція насіння сої специфічними бактеріями (Bradyrhizobium japonicum штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5х109 КУО/мл та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни) є важливим елементом технології вирощування цієї культури, оскільки ці бактерії здатні фіксувати азот із атмосфери, що сприяє підвищенню врожайності та знижує необхідність у внесенні азотних добрив [11].

Метою статті є узагальнення результатів особливостей впливу елементів технології на фотосинтетичний потенціал сортів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися в короткотерміновому польовому досліді на базі відокремленого структурного підрозділу "Хомутецький фаховий коледж ПДАУ" Миргородського району Полтавської області. Загальна посівна площа ділянки становила 5,0 га, а облікової – 2,0 га. Схема досліду включає дані про вплив різних обробок насіння та систем мінерального живлення на врожайність сортів сої. У дослідженні застосовувалися різні варіанти інокуляції насіння (без обробки, БіоМаг Соя, БіоМаг Соя + Оракул) та рівні мінерального удобрення (без добрив, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – основне удобрення, $N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} – підживлення, $N_{45}P_{45}K_{45}$ – основне удобрення, $N_{30}P_{45}K_{45}$ + N_{15} – підживлення), сорти сої – Південна Зоря, Самородок, Різдв'яна. Для кожного сорту сої проводили аналіз результатів за кожним варіантом інокуляції насіння та системи удобрення.

Результати досліджень. Дослідження показують, що ефективність інокуляції залежить від умов середовища, якості насіння та правильного підбору штамів бактерій. Інколи для досягнення оптимальних результатів інокуляція потребує додаткового застосування мікродобрив для покращення процесів росту та розвитку рослин [12–13].

У процесі онтогенезу всіх сільськогосподарських культур відбувається ріст та розвиток їх генеративних і вегетативних органів, а також нагромадження продуктів асиміляції, які розподіляються по всій рослині та накопичуються у різних її органах.

Для формування високої продуктивності рослини повинні накопичити оптимальну величину надземної маси, що значною мірою обумовлює рівень їх урожайності, адже збільшення листостеблової маси рослин сприяє зростанню в них запасів пластичних речовин, необхідних для утворення репродуктивних органів і формування урожаю [8].

Тому, вже з початкових фаз розвитку рослин накопичення ними достатньої вегетативної маси є важливою умовою формування високого врожаю. Багато вчених зазначає, що розміри та темпи формування вегетативної маси рослин відображають вплив на них різних агротехнічних, погодних та інших факторів, що особливо актуально для зернобобових культур, для яких характерний складний, багатоступінчатий процес формування надземної маси та урожаю, що обумовлено слабкою регуляцією структурних показників їх ценозу та повільною і тривалою диференціацією органів рослин [10].

Темпи наростання надземної маси у рослин сої характеризуються певними біологічними закономірностями: на початкових етапах органогенезу, коли інтенсивно формуються листки, міжвузля, суцвіття, проходять фази бутонізації та цвітіння ріст рослин відбувається більш інтенсивно, аніж під час утворення та дозрівання насіння (табл. 1).

За результатами досліджень найбільше наростання вегетативної маси у відповідні фази росту і розвитку рослин спостерігалося за мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення у поєднанні із використанням інокулянта БіоМаг Соя. Чинниками, що значною мірою обумовлюють величину врожаю сої, є розмір листкової поверхні та час її продуктивної дії, оскільки в результаті фотосинтезу, що відбувається в листках, формується до 90–95 % сухої маси урожаю. Оптимальна площа асиміляційної поверхні для сої повинна становити 40–50 тис. м^2/га. Посіви з площею листя на рівні 40 тис. м^2/га поглинають 70–80 % сонячної радіації, зростання площі листкової поверхні до 50 тис. м^2/га збільшує відсоток використання ФАР до 95 %. Значне зменшення площі листя призводить до не раціонального використання ФАР, у випадку ж його збільшення (понад 60 тис. м^2/га) – у посівах порушується нормальний газообмін та освітленість, внаслідок чого продуктивність фотосинтезу знижується, а в результаті взаємозатінення значна частина листків нижнього ярусу обпадає.

Відтак, найвищі та найкращі за якістю врожаї сільськогосподарських рослин отримують в посівах, що характеризуються оптимальними розмірами площі асиміляційної поверхні та ходом її формування [7]. Інтенсивність наростання, площа і тривалість функціонування листкової поверхні рослин залежать від генотипу сорту, ґрунтово-кліматичних умов та обґрунтованості технологій вирощування.

Саме тому, вивчення фотосинтетичної продуктивності сої за різних норм внесення мінеральних добрив та інокуляції насіння є актуальним питанням, що потребує наукового обґрунтування. За результатами досліджень, проведеними впродовж 2022–2024 рр., встановлено, що всі фактори, що були поставлені на вивчення, мали позитивний вплив на формування площі листя сої. Визначено, що досліджувані сорти характеризуються високим рівнем розвитку листкової поверхні, проте більшу площу листя формує сорт Самородок.

Листкова поверхня у зазначеного сорту сої, залежно від варіанту досліду та фенологічної фази розвитку, перевищувала площу листя інших сортів на 0,3–1,9 тис. м^2/га. В усі періоди на покращення умов мінерального живлення рослини сої реагували збільшенням площі листкової поверхні (табл. 2).

У подальшому відмічали наростання площі листової поверхні, яка досягала найбільших розмірів у фазі наливу насіння, коли рослини в більшій мірі потребують продуктів фотосинтезу для їх накопичення у насінні та, залежно від дії факторів, що були поставлені на вивчення, становила 34,8–45,1 тис.м^2/га у сорту Південна Зоря та 35,7–46,8 тис. м^2/га – у сорту Різдв'яна. Внесення мінеральних добрив обумовлювало більш інтенсивне наростання листкової поверхні в посівах сої – на 6,3–23,8 % (на 2,2–7,7 тис. м^2/га у сорту Південна Зоря та на 2,6–8,5 тис. м^2/га у сорту Різдв'яна, за абсолютних значень на контролі, відповідно – 34,8 та 35,7 тис. м^2/га). Найбільша площа листя у скоростиглого та середньостиглого сортів – 42,5 та 44,2 тис. м^2 /га була сформована на ділянках, де вносили мінеральні добрива у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та проводили підживлення рослин N_{15} у фазі бутонізації. За всіх періодів аналізування вищий фотосинтетичний потенціал властивий сорту Різдв'яна (рис. 1).

Слід відмітити, що збільшення норми азотних добрив та внесення їх роздрібним способом, порівняно з одноразовим, сприяло зростанню площі листової поверхні на посівах сортів сої, що вивчались у досліді. Максимальну площу листкової поверхні у фазі наливу насіння посіви сої формували на варіантах, що передбачали системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення із використанням препаратів БіоМаг Соя+Оракул у всіх сортів.

Висновоки. Вивчення динаміки наростання надземної маси сої під впливом технологічних заходів вирощування дозволяє визначити шляхи управління цим процесом з метою максимальної реалізації потенціалу продуктивності культури. Проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірів сої засвідчили істотний вплив мінерального живлення та використання інокулянтів на ріст і розвиток рослин сортів сої. Кращими ці показники були за системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення та інокуляції насіння препаратом БіоМаг Соя. Ефективним також було використання інокулянту БіоМаг Соя у поєднанні із мікродобривом Оракул для отримання більщої площі листкової поверхні у сорту Самородок.

Таблиця 1

Динаміка формування вегетативної маси рослин сортів сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції, т/га (середнє за 2022-2024 рр.)

Сорт	Інокуляція насіння	Система мінерального живлення	Фази росту та розвитку		
			бутонізація	початок цвітіння	кінець цвітіння
Південна Зоря	Без обробки	Без добрив (контроль)	7,7	9,0	12,8
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,1	10,6	12,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,0	14,1
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	10,9	12,3	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	11,3	12,8	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	10,9	13,0	19,3
Самородок	Без обробки	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,4	11,4	15,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,9	11,9	16,2
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	11,0	12,3	16,5
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	11,3	13,0	16,9
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	10,9	12,9	17,0
Різдв'яна	Без обробки	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,1	15,8	19,3
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	8,2	9,8	13,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,4	12,5	16,6
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	10,0	10,9	15,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,6	14,8	19,8
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,9	16,2	19,1
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	9,1	10,9	13,2
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	10,0	11,9	15,3
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	11,6	10,4	14,7
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	12,0	14,1	18,4
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	13,1	15,8	19,3

Таблиця 2

Динаміка формування площі листкової поверхні рослин сої залежно від норм мінеральних добрив та інокуляції насіння, тис. м²/га

Сорт	Інокуляція насіння	Система мінерального живлення	Фази росту та розвитку		
			цвітіння	утворення бобів	налив насіння
Південна Зоря	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,7	29,5	34,8
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	24,5	31,0	37,0
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	25,7	31,9	37,8
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	26,8	32,9	39,1
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	28,1	34,1	40,4
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	24,4	31,7	35,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	25,1	33,1	39,1
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	26,7	33,7	39,6
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	27,8	35,3	40,1
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	29,1	35,9	41,8
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	24,8	32,0	37,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	27,8	33,4	39,9
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	29,1	33,8	40,2
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	28,0	35,9	42,0
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	29,8	35,8	41,9
Самородок	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,8	28,9	34,6
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	24,5	30,9	37,5
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	25,7	31,5	37,9
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	26,8	31,9	39,1
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	27,1	32,5	40,9
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	26,7	29,1	36,9
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	27,8	30,8	37,5
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	29,1	30,9	38,9
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	29,8	31,5	40,2
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	30,1	34,4	41,3
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	25,4	31,5	38,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	27,0	33,9	40,3
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	27,8	33,6	41,2
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	28,4	34,9	43,0
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	30,1	35,8	43,8
Різдв'яна	Без обробки	Без добрив (контроль)	22,7	29,5	34,8
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	24,5	31,0	37,0
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	25,7	31,9	37,8
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	26,8	32,9	39,1
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	28,1	34,1	40,4
	БіоМаг Соя	Без добрив (контроль)	24,4	31,7	35,0
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	25,1	33,1	39,1
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	26,7	33,7	39,6
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	27,8	35,3	40,1
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	29,1	35,9	41,8
	БіоМаг Соя+ Оракул	Без добрив (контроль)	24,8	32,0	37,3
		$N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення	27,8	33,4	39,9
		$N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення	29,1	33,8	40,2
		$N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення	28,0	35,9	42,0
		$N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення	29,8	35,8	41,9

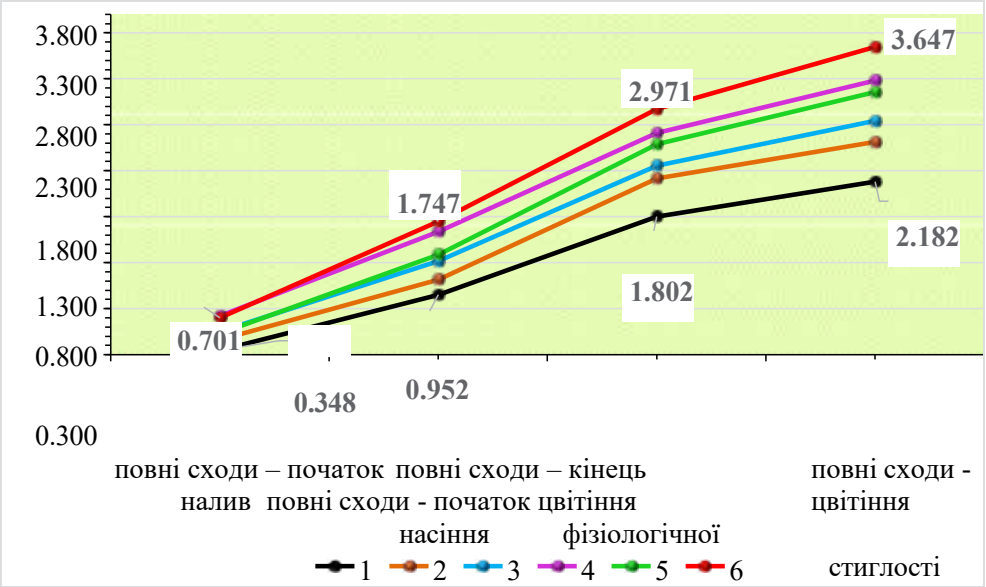


Рис. 1. Вплив інокуляції та удобрення на формування фотосинтетичного потенціалу сорту сої Різдв'яна, млн. м² діб/га (середнє за 2022-2024 рр.)

1 – контроль, 2 – інокуляція, 3 – $N_{30}P_{30}K_{30}$ основне удобрення, 4 – $N_{15}P_{30}K_{30}$ + N_{15} підживлення, 5 – $N_{45}P_{45}K_{45}$ основне удобрення, 6 – $N_{30}P_{45}K_{45}$ + N_{15} підживлення

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Федорук І. В., Бахмат О. М. Продуктивність сортів сої в умовах Поділля. Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. № 1, т. 12. С. 7-17. doi: 10.31548/agr2021.01.003.
2. ШакалійС.М.,ЧетверикО.О.,БаганА.В.,КриволапЄ.О. Вплив мінеральних добрив на показники врожаю льону олійного. SWorld Journal. 2024. Iss. 28, pt. 2. P. 75–81. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-28-00-017 https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/17815
3. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія. 2020. № 2 (161). С. 170-176. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176.
4. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27-30.
5. Федорук І. В. Вплив мікроелементів та інокуляції посівного матеріалу в технології вирощування сої. Агробіологія. 2020. № 2 (161). С. 170-17. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176
6. Темрієнко О. О. Фотосинтетична та насіннєва продуктивність посівів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Таврійський науковий вісник. Вип. 100. Т.2. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2018. С. 75-85.
7. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику. *Селекція і насінництво*. 2015. Вип. 107. С. 183-188.
8. Шовкова О. В. Продуктивність сортів сої ранньостиглої групи в умовах лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. № 2. С. 113-118.
9. 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. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-1-4
10. 10.Заболотний Г. М., Циганська О. І. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Оброшине, 2015. № 58 (2). С. 56-62.
11. Ткачук О. П., Овчарук В. В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця: ВНАУ, 2020. No 18. С. 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14
12. Юрченко С. О., Шакалій С. М., Баган А. В. Вплив строків сівби на урожайність сортів арахісу (arachis hypogaea l.). Вісник ПДАА. 2022. № 2. С. 85-91 https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12326
13. Стасик О. О., Кірізій Д. А., Прядкіна Г. О. Фотосинтез і продуктивність: основні наукові досягнення та інноваційні розробки. Фізіологія рослин і генетика.2021. Т. 53. № 2. С. 160-184. https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160

REFERENCES:

1. Fedoruk, I. V. & Bakhmat, O. M. (2021). Produktyvnist sortiv soi v umovakh Podillia.[Productivity of soybean varieties in Podillia conditions]. Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo – Crop production and soil science, 1 (12), 7-17. doi: 10.31548/agr2021.01.003 [in Ukrainian]
2. Shakalii, S. M., Chetveryk, O. O., Bahan, A. V. & Kryvolap, Ye. O. (2024). Vplyv mineralnykh dobryv na pokaznyky vrozhaiu lonu oliinoho. [The influence of mineral fertilizers on the yield indicators of

oilseed flax]. SWorld Journal. 28 (2), 75-81. DOI: 10.30888/2663-5712.2024-28-00-017 https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/17815 [in Ukrainian]
3. Fedoruk, I. V. (2020). Vplyv mikroelementiv ta inokuliatsii posivnoho materialu v tekhnolohii vyroshchuvannia soi [The influence of microelements and seed inoculation in soybean growing technology]. Ahrobiolohiia – Agrobiology, 2 (161), 170-176. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176 [in Ukrainian]
4. Bakhmat, O. M. (2010). Fotosyntetychna aktyvnist ta vrozhainist soi zalezhno vid sortu, sposobu sivby y udobrennia [Photosynthetic activity and yield of soybean depending on the variety, sowing method and fertilization]. Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science, 7, 27-30 [in Ukrainian]
5. Fedoruk, I. V. (2020). Vplyv mikroelementiv ta inokuliatsii posivnoho materialu v tekhnolohii vyroshchuvannia soi [The influence of microelements and seed inoculation in soybean cultivation technology]. Ahrobiolohiia – Agrobiology, 2 (161), 170-17. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-170-176 [in Ukrainian]
6. Temriienko, O. O. (2018). Fotosyntetychna ta nasinnieva produktyvnist posiviv soi zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic and seed productivity of soybean crops depending on technological methods of cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin, 100 (2), 75-85 [in Ukrainian]
7. Klymenko, I. I. (2015). Vplyv rehuliatoriv rostu roslyn i mikrodobryva na urozhainist nasinnia linii ta hibrydiv soniashnyku [The influence of plant growth regulators and micronutrients on the seed yield of sunflower lines and hybrids]. Selektsiia i nasinnytstvo – Breeding and seed production, 107, 183-188 [in Ukrainian]
8. Shovkova, O. V. (2022). Produktyvnist sortiv soi rannostyhloi hrupy v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity of soybean varieties of the early ripening group in the conditions of the left-bank forest-steppe of Ukraine]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 2, 113-118 [in Ukrainian]
9. Didur, I. M., & Shevchuk, V. V. (2020). Pidvyshchennia rodiuchosti gruntu v rezultati nakopychennia biolohichnoho azotu bobovymy kulturamy [Increasing soil fertility as a result of accumulation of biological nitrogen by legumes]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo, 16, 48-60. Retrieved from: https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-1-4 [in Ukrainian]
10. Zabolotnyi, H. M. & Tsyhanska, O. I. (2015). Rol mineralnoho zhyvlennia u formuvanni fotosyntetychnoho potentsialu soi v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [The role of mineral nutrition in the formation of the photosynthetic potential of soybeans in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo – Foothill and mountain agriculture and animal husbandry. Obroshyne, 58 (2), 56-62 [in Ukrainian]
11. Tkachuk, O. P., & Ovcharuk, V. V. (2020). Ekolohichnyi potentsial zernobobovykh kultur u suchasnii intensyvnii sivozmini [Ecological potential of leguminous crops in modern intensive crop rotation]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry, 18, 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14 [in Ukrainian]
12. Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. & Bahan, A. V. (2022). Vplyv strokiv sivby na urozhainist sortiv arakhisu (arachis hypogaea l.) [The influence of sowing dates on the yield of peanut varieties (arachis hypogaea l.)]. Visnyk PDAA – Bulletin of the Ukrainian Agricultural Academy, 2, 85-91 https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/12326 [in Ukrainian]
13. Stasyk, O. O., Kirizii, D. A. & Priadkina, H. O. (2021). Fotosyntez i produktyvnist: osnovni naukovi dosiahnen-nia ta innovatsiini rozrobky [Photosynthesis and produc-tivity: main scientific achievements and innovative devel-opments]. Fiziolohiia roslyn i henetyka – Physiology of plants and genetics, 53 (2), 160-184. https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160 [in Ukrainian]

Четверик О.О., Шакалій С.М., Марініч Л.Г. Вплив елементів технології на фотосинтетичну продуктивність посівів сої

Застосування мінерального удобрення та інокуляції насіння є надзвичайно важливим для розвитку агрономії, оскільки соя є однією з основних культур, яка широко вирощується в багатьох країнах, зокрема в Україні. Інокуляція насіння сої сприяє утворенню азотфіксуючих вузлів на коренях рослин, що підвищує їх здатність до засвоєння азоту з атмосфери. Це не лише зменшує потребу в азотних добривах, але й покращує загальний стан рослин, що може позитивно вплинути на врожай. Загалом, для досягнення високих і стабільних врожаїв сої важливо враховувати всі ці чинники та оптимізувати їх взаємодію

Метою статті є узагальнення результатів особливостей впливу елементів технології на фотосинтетичний потенціал сортів сої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Для визначення ключових стратегій оптимізації технологій вирощування сортів сої було проведено огляд існуючої літератури з питань впливу елементів технології, управління поживними речовинами та покращення фотосинтетичної продуктивності. Крім того, були проведені польові експерименти та спостереження для оцінки ефективності сучасних сортів сої, інокулянтів насіння та контрольованих доз мінеральних добрив у підвищенні фотосинтетичного потенціалу.

Вивчення динаміки наростання надземної маси сої під впливом технологічних заходів вирощування дозволяє визначити шляхи управління цим процесом з метою максимальної реалізації потенціалу продуктивності культури. Проведення фенологічних спостережень, біометричних вимірів сої засвідчили істотний вплив мінерального живлення та використання інокулянтів на ріст і розвиток рослин сортів сої. Кращими ці показники були за системи мінерального живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45+}$ N_{15} підживлення та інокуляції насіння препаратом БіоМаг Соя. Ефективним також було використання інокулянту БіоМаг Соя у поєднанні із мікродобривом Оракул для отримання більщої площі листкової поверхні у сорту Самородок.

Ключові слова: соя, фотосинтетична діяльність, фази розвитку рослин, елементи технології, інокуляція насіння, мінеральні добрива.

Chetverik O.O., Shakalii S.M., Marinich L.G. Influence of technology elements on the photosynthetic productivity of soybean crops

The use of mineral fertilizer and seed inoculation is extremely important for the development of agronomy, since soybean is one of the main crops that is widely grown in many countries, including Ukraine. Inoculation of soybean seeds promotes the formation of nitrogen-fixing nodes on the roots of plants, which increases their ability to absorb nitrogen from the atmosphere. This not only reduces the need for nitrogen fertilizers, but also improves the general condition of plants, which can positively affect the yield. In general, to achieve high and stable soybean yields, it is important to take into account all these factors and optimize their interaction

The purpose of the article is to summarize the results of the features of the influence of technology elements on the photosynthetic potential of soybean varieties in the conditions of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine.

To identify key strategies for optimizing soybean cultivation technologies, a review of the existing literature on the impact of technology elements, nutrient management, and photosynthetic productivity improvement was conducted. In addition, field experiments and observations were conducted to assess the effectiveness of modern soybean varieties, seed inoculants, and controlled doses of mineral fertilizers in increasing photosynthetic potential.

Studying the dynamics of soybean aboveground mass growth under the influence of technological cultivation measures allows us to determine ways to manage this process in order to maximize the potential of crop productivity. Phenological observations and biometric measurements of soybeans have shown a significant impact of mineral nutrition and the use of inoculants on the growth and development of soybean plant varieties. These indicators were best for the mineral nutrition system on the background of $N_{30}P_{45}K_{45}$+ N_{15} top dressing and seed inoculation with the preparation BioMag Soya. The use of the inoculant BioMag Soya in combination with the microfertilizer Orakul was also effective in obtaining a larger leaf surface area in the Samorodok variety.

Key words: soybean, photosynthetic activity, plant development phases, technology elements, seed inoculation, mineral fertilizers.

УДК 633.854.78 : 631. 51
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.33

ОБРОБІТОК ЧОРНОГО ПАРУ ЯК ФАКТОР СТАБІЛІЗАЦІЇ ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ШЕВЧЕНКО М.С. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-6779-0292
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України
ДЕРЕВЕНЕЦЬ-ШЕВЧЕНКО К.А. – кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0469-0972
Державна установа Інститут зернових культур
Національної академії аграрних наук України
МИЦИК О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3473-6070
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ШЕВЧЕНКО С.М. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1666-3672
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
КОЗЕЧКО В.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-3843-3093
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
ПРИШЕДЬКО Н.О. – асистент
orcid.org/0009-0004-3944-0211
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Для посушливого землеробства в зоні Північного Степу де регулярно відчуваються дефіцит вологозабезпечення, важливим і необхідним елементом підтримання високої продуктивності пшениці озимої є уведення в структуру посівних площ поля чорного пару [2, 6]. В цій ситуації водного дефіциту додатковим технологічним ресурсом вирощування пшениці озимої, який дозволяє ефективно накопичувати і використовувати обмежені можливості вологозабезпечення цієї культури і в цілому системи землеробства, широкі перспективи відкривають адаптовані до посушливого клімату способи і технології основного обробітку ґрунту з ґрунтозахисним ефектом та регулюванням родючості чорноземів [8, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З іншого боку, це питання належить до групи найбільш актуальних, внаслідок того, що ця сівозмінна ланка забезпечує гарантії одержання високих врожаїв головної продовольчої зернової культури якою залишається пшениця озима [2, 4, 11]. Одночасно слід звернути увагу на те, що подолання недоліків при впровадженні в структуру посівних площ чорного пару важливо зменшити антропогенний вплив на чорноземи звичайні за рахунок мінімалізації основного обробітку ґрунту та системи догляду за полем під час його парування [1, 3].

Тому мінімалізація основного обробітку ґрунту набуває в сучасних умовах надзвичайно великої актуальності оскільки вирішує важливі питання, як попередження деградації ґрунтів, підвищення акумулятивною здатності щодо вологонакопичення, скорочення ресурсних та грошових витрат і виведення показників урожайності пшениці озимої на більш високий економічно виправданий рівень [10, 13].

Матеріали та методика досліджень. У зв'язку із зростанням актуальності цього питання, в наших дослідах було отримано об'єктивні та достовірні експериментальні дані в Державного підприємства «Дослідного господарства «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України протягом 2021–2023 рр.

При виборі місця проведення польових досліджень, в першу чергу, керувалися необхідністю їх співпадіння з польовими дослідами і характеристикою Степової зони України. Тому основні агрокліматичні показники під час проведення досліджень вкладалися в такі нормативи: річна сума опадів становила 489–514 мм, ГТК за вегетаційний період з температурою повітря вище 10°С змінювався від 0,8 до 1,1, ґрунтовий покрив відносився до чорнозему звичайного середньосуглинковим з вмістом гумусу (за методом Тюріна) в орному шарі 3,8 %, нітрифікаційна здатність (за методом Кравкова) – 13,1 мг/кг ґрунту, вміст доступного фосфору (за Мачигіним) – 31,2 мг/кг ґрунту та калію – 289 мг/кг, pH водної витяжки – 7,0 pH (сольової) – 6,95 [7].

Проведення польових досліджень і досягнення запланованих результатів базувалися на відповідному експерименті з вивчення ефективності основного обробітку ґрунту в чорному пару. Для оцінки сучасного стану технологічного забезпечення було вибрано найбільш контрастні прийоми обробітку ґрунту за характером впливу на чорнозем звичайний. Польовий дослід включав наступні варіанти основного обробітку ґрунту: оранку на глибину 23–25 см оборотним плугом ПО-3-35; чизельне розпушування на глибину 30–32 см глибокорозпушувачем ГРД-3; мілкий обробіток на глибину 10–12 см дисковою бороною БГР-4,2 «Солоха».

Для одержання аналітично-статистичного ряду експериментальних даних польовий дослід було розміщено на загальній площі 1 га, з площею елементарної ділянки 150 м^2 [9]. В експерименті використовували сучасний високопродуктивний сорт пшениці озимої Житниця одеська. Сорт рекомендований для вирощування в Степу України [5].

Пшениця розміщувалася в традиційній ланці сівозміни соняшник – чорний пар – пшениця озима.

Основний обробіток ґрунту проводили різними знаряддями відповідно до схеми досліду на початку жовтня, догляд за паром весняно-літній період включав проведення 2–3-х культивацій, технологія вирощування пшениці озимої (сорт Житниця одеська) щодо підтримання високого рівня фітосанітарної чистоти і забезпечення оптимального поживного режиму відповідала зональним рекомендаціям.

Проведення спостережень, обліків, визначень розрахунків економічної ефективності вирощування зерна пшениці озимої здійснювали на основі рекомендованих методів в проведенні науково-дослідних робіт [7].

Результати досліджень. Проведені дослідження підтвердили важливу наукову позицію про те що структурно-агрегатний склад ґрунту є важливим елементом оцінки агрофізичного стану чорнозему, який дуже чутливо реагує на ступінь інтенсивності антропогенного тиску залежно від прийомів основного обробітку (табл. 1).

Для системи основного обробітку ґрунту і для збереження його родючості є наявність в орному шарі ерозійно стійких агрегатів. З наведених в таблиці 1 даних про залежність ерозійно-стійкої здатності чорнозему звичайного прослідкується закономірність, яка вказує на те, що найбільш ефективно родючість ґрунтів зберігається глибокого чизельного обробітку ґрунту, в той час як, рівень стримування змиву послаблюється на фоні проведення інтенсивної оранки. Так, як що на фоні глибокого безполицевого розпушення знаряддям ГРД-3 кількість ерозійно стійких агрегатів становила 81,1 %, то оранка призводила погіршення протиерозійного захисту до 71,2 %.

З протилежного боку ерозійно стійкі агрегати корелювали з показниками мікроструктурних елементів ґрунту в орному шарі, тобто оранка викликала в даному випадку мікроструктури ґрунту до 15,9 %, порівняно з чизельним безполицевим розпушуванням до 11,0 %. Дисковий мілкий основний обробіток ґрунту за показником мікроструктури ґрунту займав проміжне значення – 13,6 %.

Тобто, з точки зору рекомендації прийомів основного обробітку в чорному пару слід надавати перевагу чизельному безполицевому обробітку, який поряд з оранкою і дисковим мілким обробітком підсилює захисну функцію чорнозему і дозволяє знизити показники кількості ерозійно небезпечних агрегатів до 18,9 %, на 9,9 % нижче ніж на оранці.

В сучасному землеробстві для об'єктивного контролювання щільності ґрунту необхідно враховувати два принципових теоретичних та практичних аспекти, перший це загальновизнана тенденція до ущільнення всіх типів ґрунтів в наслідок їх розпорошення, другий це необхідність формування оптимальних показників цього агрофізичного параметру, який би відповідав оптимальним характеристикам з точки зору реакції озимої пшениці на динаміку щільності складення ґрунту.

Залежно від прийомів основного обробітку ґрунту та часу проведення визначення показника щільності складення ґрунту її параметри мали широку дисперсію і вміщувалися в проміжку 1,00–1,39 г/см^3 (табл. 2).

На паруванні найбільш активне розпушення ґрунту викликала глибока оранка, яка також мала достатньо тривалий період пропонування впливу на стан розпушення. Так на початку парування на фоні оранки в орному шарі щільність складення становила 1,10 г/см^3, а на момент завершення парування, тобто перед сівбою пшениці озимої, ґрунт досягав значення 1,22 г/см^3. Мілкий дисковий обробіток ґрунту був суттєво ущільнений порівняно з оранкою і становив в орному шарі на початку парування 1,22 г/см^3 та в кінці парування – 1,30 г/см^3.

Чизельний обробіток ґрунту виявився адаптованим для догляду за паровим полем, оскільки поряд з виконанням окремий елементів мінімалізації дозволяв утримувати показники щільності складення в межах сприятливих для росту і розвитку пшениці озимої на початку

Таблиця 1

Вплив основного обробітку ґрунту на агрегатний склад в чорному пару (середнє за 2021–2023 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Агрегатний склад чорнозему, % повітряно-сухої маси				
	мікро структура	макроструктура			глибиста структура
	менше 0,25 мм	0,25–1 мм	1–10 мм	0,25–10 мм	більше 10 мм
ПО-3-35	15,9	13,5	55,9	70,1	13,9
ГРД-3	11,0	8,2	68,6	76,8	12,7
БГР-4,2	13,6	8,1	59,9	69,7	17,9
$НІР_{05}$	1,8	1,9	1,8	1,9	2,0
	дефляційно небезпечні агрегати, <1,0 мм		дефляційно стійкі агрегати, >1,0 мм		
ПО-3-35	28,8		71,2		
ГРД-3	18,9		81,1		
БГР-4,2	19,9		80,1		

Таблиця 2

Вплив основного обробітку ґрунту на щільність складення ґрунту в паровому полі (середнє за 2021–2023 рр.)

Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см	Щільність складення ґрунту, г/см³	
		на початку парування	при завершенні парування
ПО-3-35	0–10	1,00	1,10
	10–20	1,09	1,21
	20–30	1,16	1,30
	0–30	1,10	1,22
ГРД-3	0–10	0,99	1,10
	10–20	1,23	1,34
	20–30	1,27	1,36
	0–30	1,16	1,26
БГР-4,2	0–10	1,02	1,07
	10–20	1,29	1,34
	20–30	1,34	1,39
	0–30	1,22	1,30
$НІР_{05}$, г/см³		0,04	0,05

Таблиця 3

Залежність вологості ґрунту в пару від прийомів основного обробітку, % (середнє за 2021–2023 рр.)

Обробіток ґрунту	Шар ґрунту, см			
	0–30	0–50	50–100	0–100
на початку парування				
ПО-3-35	23,4	22,9	21,4	22,1
ГРД-3	23,9	23,3	21,9	22,6
БГР-4,2	22,9	22,1	20,5	21,3
$НІР_{05,}$ %	0,2	0,3	0,3	0,3
при завершенні парування				
ПО-3-35	23,2	23,1	21,8	22,4
ГРД-3	23,4	23,5	22,3	22,9
БГР-4,2	22,9	22,5	20,8	21,6
$НІР_{05,}$ %	0,3	0,3	0,3	0,3

парування в орному шарі – 1,16 г/см, в кінці парування – 1,26 г/см³.

Ключовим елементом, який забезпечує інтенсивність росту і розвитку сільськогосподарських культур, накопичення біологічної маси культурами, підтримання високих темпів приросту біометричних показників і стабільність формування врожаю з зоні степу залишається фактор вологозабезпечення та економного використання водних ресурсів.

Одним із головних завдань прийомів обробітку ґрунту є досягнення рівномірного забезпечення запасів вологи в ґрунті протягом всієї вегетації, яке досягається чергування використанням оранки, чизельного обробітку ґрунту та мілкого дискового (табл. 3).

Різниця запасах вологи на найбільш відповідальних етапах її накопичення в ґрунті та використання протягом органогенезу пшениці озимої також показало, що динаміка ґрунтової вологи завжди залежить від прийомів основного обробітку ґрунту, глибини його розпушення та інтенсивності перемішування шарів. Виходячи з цієї концепції закономірним є те показники вологості ґрунту в метровому шарі ґрунту на початку парування в 21,3–22,6 %, а на момент завершення парування 21,6–22,9 %, відповідно. Тобто цей наліз вологості ґрунту все-таки показує деяку перевагу за накопиченням вологи оранку і чизельного обробітку над мілким дисковим на 1,2–1,4 %.

Вирішальну роль відіграють вологозапаси у забезпеченні своєчасних сходів пшениці озимої та формування оптимальної густоти стояння рослин, це ключовий момент у формуванні високопродуктивних агроценозів.

Незаперечним підтвердженням зв'язку між прийомами основного обробітку ґрунту, його вологістю і щільністю агроценозу озимої пшениці є результати досліджень наведені в таблиці 4.

Відповідно до запасів вологи у 0–10 см шарі ґрунту залежно від прийому основного обробітку ґрунту на фоні оранки спостерігалося підвищення польової схожості на рівні 97,1 % та забезпечення оптимальної щільності агроценозу, яка досягала 4,21 млн шт./га. Стабільна перевага оранки та чизельного обробітку за параметрами польової схожості пшениці озимої спостерігалася з мілким дисковим обробітком на 6,2–6,8 %, за щільністю агрофітоценозу на 0,19–0,15 млн шт./га, відповідно.

Таблиця 4

Формування сходів насіння пшениці озимої та вологості ґрунту залежно від прийомів основного обробітку (середнє за 2021–2023 рр.)

Облікові параметри	Основний обробіток ґрунту		
	ПО-3-35	ГРД-3	БГР-4,2
сівба			
Вологість ґрунту в 0–10 см, %	23,9	23,8	22,9
Вологість ґрунту 0–30 см, %	24,9	24,9	23,8
через 3 тижні після сівби			
Щільність агроценозу, млн шт./га	4,21	4,17	4,02
Польова схожість, %	97,1	96,5	90,3

Значний регуляторний вплив прийомів основного обробітку ґрунту на агрегатний стан, його вологість, схожість насіння пшениці озимої, щільність агроценозу за сумою взаємодії цих факторів дозволив створити сприятливі передумови для формування високої врожайності пшениці озимої.

Тому накладання один на одного ресурсних факторів, що вивчалися в досліді абсолютно об'єктивно підтвердило переваги в урожайності зерна пшениці озимої за глибокого чизельного розпушування та оранки з обертанням скиби, яка досягала рівня 6,17–6,24 т/га (табл. 5). В результаті деякої агрофізичної депресії та незначного дефіциту вологи в ґрунті мілкий дисковий обробіток поступався оранці і досягав величини 5,72 т/га.

Таблиця 5

Зернова продуктивність пшениці озимої залежно від прийомів основного обробітку ґрунту, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Основний обробіток ґрунту	Врожайність, т/га
Оранка ПО-3-35 (на 23–25 см)	6,17
Чизелювання ГРД-3 (на 30–32 см)	6,24
Боронування БГР-4,2 (на 10–12 см)	5,72
$НІР_{05,}$ т/га	0,09–0,12

Для досягнення збалансованої системи сучасного землеробства в якому проявляється суттєві протиріччя між виробничими показниками, станом збереження навколишнього довкілля, фінансовими витратами, ціновою політикою регулюючим показником є господарсько-економічні показники ефективності виробництва зерна.

Аналіз основних економічних показників таких, як виробничі витрати, собівартість продукції, умовно чистий прибуток, рентабельність виробництва дозволив достатньо об'єктивно встановити значення окремих технологічних прийомів в забезпеченні ресурсами з одного боку та визначення їх окупності (табл. 6).

Процес балансування витрат і прибутковості показав, що інтенсивний обробіток ґрунту викликає зростання виробничих витрат та деяке зниження рентабельності виробництва. Якщо вирощування пшениці озимої за технологією полицевого обробітку забезпечило одержання врожайності 6,17 т/га зерна на фоні максимальних виробничих витрат 11232,3 грн/га, то рентабельність виробництва у цьому випадку на рівні 130,7 % поступалася більш економному варіанту із застосуванням чизельного глибокого розпушування на 12,6 %.

За всіма економічними параметрами оцінки економічної ефективності чизельному обробітку і оранці поступався мілкий обробіток ґрунту рівень рентабельності якого серед варіантів, що вивчалися знижувався до 126,7 %.

Тому за такої неоднорідності фізичних показників виробництва, фінансової оцінки діяльності, ринкових пріоритетів в умовах виробництва слід спиратися на господарські ресурси і обирати оптимальній екологічні та економічні характеристики агротехніки вирощування пшениці озимої.

Висновки. Таким чином, нашими дослідженнями встановлено, що в умовах недостатнього зволоження ведення виробництва в умовах Державного підприємства Дослідного господарства «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України найвищу зернову продуктивність забезпечило вирощування високопродуктивного

Таблиця 6

Вплив прийомів обробітку ґрунту на економічну ефективність (середнє за 2021–2023 рр.)

Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тонни зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Оранка ПО-3-35 (на 23–25 см)					
6,17	25914,0	11232,3	1820,5	14681,7	130,7
Чизелювання ГРД-3 (на 30–32 см)					
6,24	26208,0	10769,8	1725,9	15438,2	143,3
Боронування БГР-4,2 (на 10–12 см)					
5,72	24024,0	10598,8	1852,9	13425,2	126,7

сорту пшениці озимої Житниця одеська. Глибоке безполицеве розпушення ґрунту чизельного типу та оранка з повним обертанням скиби дозволили досягти максимальної врожайності зерна у виробничому досліді в межах 6,17–6,24 т/га та вивести на високий рівень рентабельність виробництва 130,7–143,3 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Адаменко Т. І. Кліматичні умови України та можливі наслідки потепління клімату. *Агроном.* 2007. № 1. С. 8–9.
2. Гадзало Я. М., Ібатуллін І. І., Лузан Ю. Я. Інституціональне забезпечення функціонування продовольчої системи України в сучасних кризових умовах. *Вісник аграрної науки.* 2022. № 8. С. 5–15. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-01.
3. Горбатенко А. І., Горобець А. Г., Цилюрик О. І. Водний режим ґрунту і урожайність озимої пшениці за різних способів обробітку чистого пару. *Бюлетень Інституту зернового господарства.* 2008. № 33–34. С. 7–11.
4. Гордієнко В. П., Геркіял О. М., Опришко В. П. Землеробство. К. : Вища школа, 1991. 268 с.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ, 2018. 447 с.
6. Лебідь Є. М. Науковий фундамент проблем степового землеробства. *Вісник аграрної науки.* Київ, 2006. № 3–4. С. 23–25.
7. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Вінниця : ВЦ ТОВ «ТВОРИ», 2020. 204 с.
8. Пікуш Г. Р., Гетманець А. Я., Лебідь Є. М., Пабат І.А. Чорний пар. Київ : Урожай, 1992. 168 с.
9. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон : Айлант, 2008. 272 с.
10. Шевченко М. С., Шевченко О. М., Швець Н. В. Агродинаміка вологоспоживання залежно від технологічних факторів землеробства степової зони. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України.* 2013. № 5. 130–134.
11. Achankeng E., Cornelis W. Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research.* 2023. Vol. 298, № 3. P. 108967. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108967.
12. Busar M. A., Kukal, S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A.A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research.* 2015. Vol. 3, № 2. P. 119–129. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.05.002.
13. Kaminskyi V., Bulgakov V., Tkachenko M., Kolomiiets M., Kaminska V., Ptashnik M., Kiernicki, Z. Research into Comparative Performance of Different Tillage and Fertilization Systems Applied to Grey Forest Soil of Forest Steppe in Grain Crop Rotation. *Journal of Ecological Engineering.* 2022. Vol. 23. № 12. P. 163–178. https://doi.org/10.12911/22998993/155057.

REFERENCES:

1. Adamenko T. I. (2007). Klimatychni umovy Ukrainy ta mozhlyvi naslidky poteplinnia klimatu [Climatic conditions of Ukraine and possible consequences of climate warming]. *Ahronom*, 1, 8–9 [in Ukrainian].
2. Hadzalo Ya. M., Ibatullin I. I., & Luzan Yu. Ya. (2022). Instytutsionalne zabezpechennia funktsionuvannia prodovolchoi systemy Ukrainy v suchasnykh kryzovykh umovakh [Institutional support for the functioning of Ukraine's food system under modern crisis conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky,* 8. 5–15. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202208-01 [in Ukrainian].
3. Horbatenko A. I., Horobets A. H., & Tsyliuryk O. I. (2008). Vodnyi rezhym gruntu i urozhainist ozymoi pshenytsi za riznykh sposobiv obrobitku chystoho paru [Soil water regime and winter wheat yield under different tillage methods for clean fallow]. *Biuleten Instytutu zernovoho hospodarstva*, 33–34, 7–11 [in Ukrainian].
4. Hordiienko V. P., Herkiial O. M., & Opryshko V. P. (1991). Zemlerobstvo [Agriculture]. Kyiv: Vyshcha shkola, 268 [in Ukrainian].
5. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2018 rik [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2018]. Kyiv, 447 [in Ukrainian].
6. Lebid Ye. M. (2006). Naukovyi fundament problem stepovoho zemlerobstva [Scientific foundation of steppe farming problems]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3–4, 23–25 [in Ukrainian].
7. Mazur V. A., Lypovyi V. H., & Mordvanyuk M. O. (2020). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk [Methodology of Scientific Research in Agronomy: A Study Guide]. Vinnytsia: VC LLC “TVORY,” 204 [in Ukrainian].
8. Pikush H. R., Hetmanets A. Ya., Lebid Ye. M., & Pabat I. A. (1992). Chornyi par [Black Fallow]. Kyiv: Urozhai, 168 [in Ukrainian].
9. Ushkarenko, V. O., Vozhegova, R. A., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [In Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]. Kherson: Ailant, 381 [in Ukrainian].
10. Shevchenko M. S., Shevchenko O. M., & Shvets N. V. (2013). Ahrodynamika volohospozhyvannia zalezhno vid tekhnolohichnykh faktoriv zemlerobstva stepovoi zony [Agrodynamics of moisture consumption depending on technological factors in farming of the steppe zone. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 5, 130–134 [in Ukrainian].
11. Achankeng E., & Cornelis W. (2023). Conservation tillage effects on European crop yields: A meta-analysis. *Field Crops Research,* 298, 3, 108967.
12. Busar M. A., Kukal, S. S., Kaur A., Bhatt R., & Dulazi A.A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International soil and water conservation research,* 3, 2, 119–129. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.05.002.
13. Kaminskyi V., Bulgakov V., Tkachenko M., Kolomiiets M., Kaminska V., Ptashnik M., & Kiernicki, Z. (2022). Research into Comparative Performance of Different Tillage and Fertilization Systems Applied to Grey Forest Soil of Forest Steppe in Grain Crop Rotation. *Journal of Ecological Engineering,* 23, 12, 163–178. https://doi.org/10.12911/22998993/155057.

Шевченко М.С., Деревенець-Шевченко К.А., Мицик О.О., Шевченко С.М., Козечко В.І., Пришедько Н.О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України

Мета. Встановити вплив різних прийомів основного обробітку ґрунту в чорному пару на агрофізичні властивості чорнозему звичайного, водно-фізичний режим ґрунту та продуктивність пшениці озимої в умовах Північного Степу України. **Методи**. Протягом 2021–2023 рр. на базі Дослідного підприємства «Дослідного господарства «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України проведено виробничий дослід із вивчення трьох прийомів основного обробітку ґрунту: оранки на глибину 23–25 см (ПО-3-35), чизельного розпушування на 30–32 см (ГРД-3), мілкого дискового обробітку на 10–12 см (БГР-4,2). В дослідженнях використовували сорт пшениці озимої – Житниця одеська. Визначались агрофізичні показники ґрунту, водозабезпечення, урожайність та економічна ефективність технологій. **Результати**. У ході досліджень встановлено, що найвищу частку ерозійно-стійких агрегатів в орному шарі ґрунту (81,1 %) забезпечує чизельний обробіток, тоді як оранка знижує цей показник до 71,2 %. Дисковий обробіток формує проміжні результати – 80,1 %. Щільність ґрунту в шарі 0–30 см наприкінці парування на чизельному фоні становила 1,26 г/см³, при оранці – 1,22 г/см³, а за мілкого обробітку – 1,30 г/см³. Найвищий рівень вологозабезпечення (22,9 % у шарі 0–100 см) відмічено при чизельному обробітку, що перевищує показники оранки та дискового обробітку на 0,5–1,6 %. Урожайність пшениці озимої за чизельного обробітку склала 4,97 т/га, що на 0,36 т/га більше порівняно з оранкою та на 0,54 т/га більше, ніж за мілкого обробітку. Економічна ефективність чизельного обробітку виявилася найвищою завдяки зниженню витрат на ресурси й підвищенню рентабельності. **Висновки.** Чизельний обробіток ґрунту в чорному пару є найбільш ефективним у контексті збереження родючості чорноземів, підвищення водозабезпечення та забезпечення стабільної продуктивності пшениці озимої. Його застосування дозволяє оптимізувати агрофізичний стан ґрунту, знизити дефляційні ризики, збільшити вологозабезпечення і досягти економічно обґрунтованих показників урожайності.

Ключові слова: родючість, щільність, вологість, продуктивність, рентабельність, ерозія, ефективність.

Shevchenko M.S., Derevenets-Shevchenko K.A., Mytsyk O.O., Shevchenko S.M., Kozechko V.I., Prishedko N.O. Tillage of black fallow as a factor in stabilizing grain yield of winter wheat under conditions of the Northern Steppe of Ukraine

Purpose. To determine the impact of different primary tillage methods in black fallow on the agrophysical properties of ordinary chernozem, soil water-physical regime, and winter wheat productivity under the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. **Methods.** From 2021 to 2023, a field study was conducted at the State Enterprise Experimental Farm «Dnipro» of the Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine to evaluate three primary tillage methods: ploughing to a depth of 23–25 cm (PO-3-35), chisel loosening to 30–32 cm (GRD-3), and shallow disk tillage to 10–12 cm (BGR-4,2). The winter wheat variety used in the study was «Zhytnytsia Odeska». The study evaluated soil agrophysical parameters, water availability, yield, and the economic efficiency of the technologies. **Results.** The study revealed that chisel tillage provided the highest proportion of erosion-resistant aggregates in the arable soil layer (81.1%), while ploughing reduced this parameter to 71.2%. Disk tillage produced intermediate results (80.1%). The soil bulk density in the 0–30 cm layer at the end of the fallow period was 1.26 g/cm³ for chisel tillage, 1.22 g/cm³ for ploughing, and 1.30 g/cm³ for shallow tillage. The highest level of soil moisture (22.9% in the 0–100 cm layer) was recorded with chisel tillage, exceeding ploughing and disk tillage by 0.5–1.6%. Winter wheat yield under chisel tillage reached 4.97 t/ha, which was 0.36 t/ha higher than ploughing and 0.54 t/ha higher than shallow tillage. The economic efficiency of chisel tillage was the highest due to reduced resource costs and improved profitability. **Conclusions.** Chisel tillage in black fallow proved to be the most effective method for preserving chernozem fertility, enhancing soil moisture, and ensuring stable winter wheat productivity. Its application optimizes the agrophysical condition of the soil, reduces deflation risks, increases water availability, and achieves economically viable yield levels.

Key words: fertility, density, moisture, productivity, profitability, erosion, efficiency.

УДК 633.854.78:631.527.5:631.5(292.485)(1-15)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.34

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ НАСІННЯ РІЗНОСТИГЛИХ ГІБРИДІВ СОНЯШНИКУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ МІКРОДОБРИВАМИ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

ШЕЙКО І.М. – асистент
orcid.org/0009-0007-3085-4997
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Соняшник – одна з основних олійних культур в Україні, його вирощування займає важливе місце в аграрному секторі країни. Головним завданням для агрономів є не лише досягнення високих урожаїв, а й забезпечення високої якості насіння, що визначається вмістом олії та біохімічним складом. Навіть невеликі покращення якості можуть мати значний економічний ефект [10, 12].

З розвитком ринкових відносин попит на насіння соняшнику та продукти його переробки суттєво зріс як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Ціни на насіння значно підвищились, що зробило цю культуру однією з найбільш прибуткових. За даними Держкомстату України, рівень рентабельності виробництва насіння соняшнику в середньому по Україні становить 45,2%, в той час як рентабельність зернових культур складає 25,3%. Це сприяло розширенню площ посіву соняшнику в Україні до 4,0 млн га. На жаль, виробництво насіння соняшнику відбулося екстенсивним шляхом, за рахунок збільшення площ посіву при зниженні урожайності [1, 4].

Сьогодні одним із ефективних способів покращення якості насіння є застосування мікродобрив. Вони містять необхідні мікроелементи, які сприяють росту та розвитку рослин, підвищують їх стійкість до стресів і можуть впливати на різні показники насіння, зокрема на його олійність. Але, не дивлячись на помітне зростання посівних площ, широке впровадження у виробництво високопродуктивних гібридів, валовий збір несуттєво збільшується. Це пов'язано із зменшенням врожайності внаслідок грубого порушення технологічних заходів. Тому, одним із основних завдань сучасного сільськогосподарського виробництва є пошук нових шляхів і способів підвищення урожайності і якості продукції. Ефективним засобом вирішення цих питань є застосування позакореневого підживлення мікроелементами [7, 8].

Застосування мікродобрив у технології вирощування соняшнику є актуальним, особливо для Західного регіону України, де особливості ґрунтів та клімату можуть суттєво впливати на якість продукції. У зв'язку з цим, дослідження впливу підживлення мікродобривами на якість насіння в умовах Лісостепу має велике значення для підвищення ефективності агровиробництва та стабільності врожаїв [2, 3].

Мікроелементи являють собою хімічні елементи живлення, відсоткове співвідношення яких у рослинах складає тисячні-стотисячні частки відсотків та виконують певні функції в процесі життєдіяльності. Хімічний склад мікродобрив – це мікроелементи, такі як бор, марганець, магній, цинк та інші. Нестача мікроелементів провокує низку хвороб рослин, що може спричинити їх загибель. Крім того, мікроелементи здатні утворювати комплекси з нуклеїновими кислотами, впливають на проникність клітинних мембран і надходження елементів живлення до рослини. Під впливом мікроелементів у листках збільшується вміст хлорофілу, поліпшується фотосинтез, підсилюється асимілююча діяльність усієї рослини [6, 9].

Мікроелементи в ґрунті присутні в різних формах, але найчастіше вони важкодоступні для засвоєння кореневою системою рослин. За різними даними, рослини можуть засвоювати лише близько 3% мікроелементів, що містяться в ґрунті. Загалом, практика внесення мікродобрив у західних країнах базується на розрахунковому методі, який враховує кількість мікроелементів, що виводяться з ґрунту, та пропорційно до запланованого врожаю [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тривале і систематичне застосування добрив, зокрема гною та мінеральних добрив у підвищених нормах у сівозміні, значно збільшує вміст гумусу та загального азоту в ґрунті порівняно з варіантом без добрив [5, 9, 13].

Найкращий поживний режим ґрунту формувався при органо-мінеральній системі удобрення, де органічні добрива поєднувалися в еквівалентних пропорціях з мінеральними. Цей підхід також сприяв стабілізації гумусу та збільшенню вмісту рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті [14].

У науковій літературі існує думка про антагонізм між білком і жиром у насінні соняшнику. Дослідження Ф. Б. Дьякова показали, що врожай олії з 1 га соняшнику залежить не від кількості вуглеводів, які може синтезувати листова поверхня, а від здатності насіння перетворювати їх на жир. Тому при пізніх азотних підживленнях посилення синтезу нежирових речовин не перешкоджає накопиченню жиру. Цей факт має велике значення для формування сучасної концепції оптимального живлення соняшника, яка передбачає використання листових підживлень комплексними багатофункціональними препаратами.

Соняшник, як і інші рослини, має високу чутливість до забезпечення мікроелементами. Цілеспрямоване використання мікродобрив дозволяє оптимізувати ріст рослин і підвищити ефективність дії макроелементів. У багатьох випадках дефіцит мікроелементів проявляється приховано, і його неможливо компенсувати іншими елементами [11]. Використання мікроелементів у невеликих дозах сприяє не лише підвищенню врожаю, а й збільшенню вмісту жиру у насінні соняшнику [4].

Дослідженнями Коваленка О. А. встановлено, що елементи продуктивності соняшнику залежали від обробки насіння та фаз позакореневого підживлення мікродобривами і бактеріальними препаратами. Дещо більшу кількість зерен у кошику у всі роки досліджень формували рослини за обробки насіння сумішкою бактеріального препарату Біокомплекс-БТУ-р (5 л/т) та комплексом мікродобрив Квантум (Квантум-Технічні (3 л/т) + Квантум СРКЗ (1 л/т) + Квантум Т80 (1 л/т)) [7].

Отже, соняшник є перспективною культурою, яка для досягнення максимальної продуктивності потребує використання сучасних технологій вирощування.

Мета. Мета досліджень полягала у встановленні впливу фоліарного застосування мікродобрив на показники якості насіння різностиглих гібридів соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу західного.

Матеріали та методика досліджень. Передбачалось виконання трьохфакторного досліду, який супроводжувався спостереженнями, обліками та аналізами відповідно до наявних методик закладання польового досліду та виконання аналізів. Фактор А – гібрид соняшнику (Феном (середньоранній), НК БРІО (середньоранній), Валенсія (середньостиглий), НК КОНДІ (середньостиглий)), фактор В – мікродобриво (Мультикомплекс СтимОрганік, СтимОрганік АміноМакс, Авангард Комплекс Соняшник), фактор С – строк внесення (фаза 2-4 листків, фаза 2-4 листків+-фаза 5-6 листків), за контроль взято варіант без фоліарного внесення мікродобрива. Загальний фон макродобрив для всіх варіантів досліду був однаковий: $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг д. р. /га. Фосфорні і калійні добрива вносили під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивацію.

Результати досліджень. Насіння соняшнику, по суті, ділиться на 2 фракції: стандарт та екстра. У стандартній фракції маса тисячі 55-62 грами (залежно від гібриду). Якщо маса 1000 насінин 64 г і вище, то це вже фракція екстра. Показник залежить від багатьох чинників як біологічних, так і агротехнічних (гібриду, погодних умов року, живлення, комплексу агротехнічних заходів та ін.).

У досліджуваних гібридів маса 1000 насінин була у досить широкому діапазоні від 50 до 68 грам (табл. 1).

Найменшою масою 1000 насінин характеризувався гібрид Валенсія, проте урожайність у цього гібриду порівняно з трьома іншими гібридами була найвищою, що пояснюється біометричними показниками: діаметром кошика та кількістю насіння в кошику. На варіантах фоліарного внесення мікродобрив у фазі 2-4 листків, маса 1000 насінин збільшувалась на окремих варіантах на 1-2 грама. За дворазового підживлення мікродобривами показник підвищувався більш істотно – на 1-5 грам. У всіх досліджуваних гібридів вищі значення були із застосуванням мікродобрива Мультикомплекс СтимОрганік. Оптимальне перевищення контролю встановлено у гібриду Валенсія за дворазового внесення мікродобрива Мультикомплекс СтимОрганік, маса 1000 насінин підвищилась на 5 грам (10%) порівняно з контролем.

Соняшникова олія – найпоширеніший продукт, що отримують з насіння соняшнику. В насінні досліджуваних гібридів соняшнику вміст жиру без застосування мікродобрив знаходився в межах 48-52%. У середньоранніх гібридів показник був дещо менший, найбільший

Таблиця 1

Маса 1000 насінин різностиглих гібридів соняшнику залежно від внесення мікродобрив, г (середнє за 2023-2024 рр.), т/га

Гібрид	Мікродобриво	Строк внесення		
		без внесення (контроль)	фаза 2-4 листків	фаза 2-4 листків+-фаза 6-8 листків
Феном (середньоранній)	Мультикомплекс СтимОрганік	56	57	60
	СтимОрганік АміноМакс		56	57
	Авангард Комплекс Соняшник		56	58
НК БРІО (середньорнній)	Мультикомплекс СтимОрганік	63	64	66
	СтимОрганік АміноМакс		63	64
	Авангард Комплекс Соняшник		64	65
Валенсія (середньостиглий)	Мультикомплекс СтимОрганік	50	52	55
	СтимОрганік АміноМакс		51	52
	Авангард Комплекс Соняшник		51	53
НК КОНДІ (середньостиглий)	Мультикомплекс СтимОрганік	68	69	72
	СтимОрганік АміноМакс		68	69
	Авангард Комплекс Соняшник		68	70
V	*13,6*			

Таблиця 2

Вміст жиру в насінні різностиглих гібридів соняшнику залежно від внесення мікродобрив, % (середнє за 2023-2024 рр.), т/га

Гібрид	Мікродобриво	Строк внесення		
		без внесення (контроль)	фаза 2-4 листків	фаза 2-4 листків+- фаза 6-8 листків
Феном (середньоранній)	Мультикомплекс СтимОрганік	48	49	51
	СтимОрганік АміноМакс		48	49
	Авангард Комплекс Соняшник		49	50
НК БРІО (середньорнній)	Мультикомплекс СтимОрганік	50	51	52
	СтимОрганік АміноМакс		50	51
	Авангард Комплекс Соняшник		50	51
Валенсія (середньостиглий)	Мультикомплекс СтимОрганік	51	53	55
	СтимОрганік АміноМакс		52	54
	Авангард Комплекс Соняшник		52	54
НК КОНДІ (середньостиглий)	Мультикомплекс СтимОрганік	52	53	54
	СтимОрганік АміноМакс		52	52
	Авангард Комплекс Соняшник		52	53

52% – у гібриду НК КОНДІ, найменший – у гібриду Феном (табл. 2).

За одноразового внесення мікродобрив у фазі 2-4 листків соняшнику вміст жиру в насінні зростав на 1-2%. Найбільш пластичним виявився гібрид Валенсія, прибавка у вмісті жиру була незначна – 1-2%, проте ефект забезпечили усі варіанти, тоді як у інших трьох гібридів спостерігалась тенденція до незначного перевищення контролю лише при застосуванні мікродобрива Мультикомплекс СтимОрганік.

Щодо дворазового застосування мікродобрив вміст жиру в насінні соняшнику збільшувався у розрізі гібридів: Феном – на 1-3%, НК БРІО – на 12%, НК ДОЛБІ – на 1-2% та Валенсія – на 3-4%. Максимальний ефект забезпечило підживлення мікродобривом Мультикомплекс СтимОрганік у фазах 2-4 та 6-8 листків, перевищення контролів становило 2-4%.

Висновки: Досліджувані гібриди соняшнику істотно різнилися за масою тисячі насінин, показник варіював від 50 до 68 грам. Найбільш ваговите насіння було у гібриду НК КОНДІ і найменше – у гібриду Валенсія. За дворазового підживлення мікродобривами відмічено істотне перевищення контролів, оптимальний вплив був у гібриду Валенсія із мікродобривом Мультикомплекс СтимОрганік, перевищення контролю склало 5 г (10%).

Вміст жиру у гібридів соняшнику був в межах 48-52%. Оптимальний вміст жиру 55% був у гібриду Валенсія за дворазового підживлення мікродобривом Мультикомплекс СтимОрганік, перевищення контролю становило 4%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балюк С. А., Чаусова Л. О., Гаврилович Н. Ю. Особливості міграції та акумуляції фтору в зрошуваних ґрунтах. Наукові основи охорони та раціонального використання зрошуваних земель України. Київ : Аграрна наука, 2009. 624 с.
2. Боровська І. Фізіологічні потреби соняшника – новий виклик природи. *Зерно.* 2020. № 7. С. 38-39.
3. Вожегова Р. А. Ефективність сучасних технологій вирощування соняшнику за різних умов зволоження та способів і глибини основного обробітку ґрунту на півдні України / Р. Вожегова, М Малярчук, О. Митрофанов, А. Мігальов, В. Малярчук. *Техніка і технології АПК.* 2013. № 1. С. 19-21.
4. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В. Олійні культури в Україні – навч. посібник [за редакцією Салатенка В. Н.]. К. Основа, 2008. 420 с.
5. Гамаюнова В. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Сучасні підходи до ведення землеробської галузі на засадах біологізації та ресурсозбереження. Раціональне використання ресурсів в умовах екологічно стабільних територій : кол. моногр. Полтава : ТОВ НВП «Укрпромторгсервіс», 2018. С. 232-342.
6. Коваленко О. А. Агроекологічне обґрунтування та розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах Півдня України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 – рослинництво. Херсонський державний аграрно-економічний університет, Херсон, 2021. 592 с. 15.
7. Коваленко О. А., Нерода Р. С., Пачесна І. В., Тупчій Д. Ю. Вплив біопрепаратів на продуктивність соняшника. Перлини степового краю: *матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.*, м. Миколаїв, 20-22 листоп. 2019 р. Миколаїв : МНАУ, 2019. С. 76-78.
8. Коваленко О. А., Федорчук М. І., Нерода Р. С., Донець Я. Л. Вирощування соняшника за використання мікродобрив та бактеріальних препаратів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 2. С. 111-134.
9. Кучерявий В. Л. Екологія. Львів : Світ, 2000. 500 с.
10. Маслак О. Привабливість олійних культур. Економічний гектар, 2015. № 22. С. 24-29.
11. Санін В., Санін Ю. Особливості позакореневого підживлення мікроелементами. *Пропозиція*. 2012.
12. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Каплін О. О. Біоенергетична ефективність вирощування скоростиглих

гібридів соняшника в основних та проміжних посівах при зрошенні. *Таврійський науковій вісник.* Вип. 33, 2004. С. 3-9.
13. Шевченко В. П. Каленська С. М., Демидась П. І. Біологічне рослинництво. Київ. Видавничий центр НАУ, 2006. 39 с.
14. Ярошко М. Вирощування соняшнику в умовах посухи. *Агроном.* 2020. № 4. С. 86-89.

REFERENCES:

1. Baliuk S. A., Chausova L. O., Havrylovych N. Yu. Osoblyvosti mihratsii ta akumuliatsii ftoru v zroshuvanykh gruntakh. Naukovi osnovy okhorony ta ratsionalnoho vykorystannia zroshuvanykh zemel Ukrainy. [Peculiarities of migration and accumulation of fluorine in irrigated soils. Scientific foundations of protection and rational use of irrigated lands of Ukraine.] Kyiv : Ahrarna nauka, 2009. 624 s. [in Ukrainian].
2. Borovska I. (2020). Fiziolohichni potreby soniashnyka – novyi vyklyk pryrody. [The physiological needs of the sunflower are a new challenge from nature.] Zerno. № 7. S. 38-39. [in Ukrainian].
3. Vozhehova R. (2013). Efektyvnist suchasnykh tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku za riznykh umov zvolozhennia ta sposobiv i hlybyny osnovnoho obrobitku gruntu na pivdni Ukrainy [The effectiveness of modern technologies for growing sunflower under different moisture conditions and methods and depths of primary soil cultivation in southern Ukraine] / R. Vozhehova, M Maliarchuk, O. Mytrofanov, A. Mihalov, V. Maliarchuk. Tekhnika i tekhnolohii APK. № 1. S. 19-21. [in Ukrainian].
4. Havryliuk M. M., Salatenko V. N., Chekhov A. V. (2008). Oliini kultury v Ukraini [Oilseed crops in Ukraine] – navch. posibnyk [za redaktsiieiu Salatenka V. N.]. K. Osnova, 420 s. [in Ukrainian].
5. Hamaiunova V. V., Kovalenko O. A., Khonenko L. H. (2018). Suchasni pidkhody do vedennia zemlerobskoi haluzi na zasadakh biolohizatsii ta resursozberezhennia. [Modern approaches to managing the agricultural industry based on biologization and resource conservation.] Ratsionalne vykorystannia resursiv v umovakh ekolohichno stabilnykh terytorii : kol. monohr. Poltava : TOV NVP «Ukrpromtorhservis». S. 232-342. [in Ukrainian].
6. Kovalenko O. A. (2021). Ahroekolohichne obgruntuvannia ta rozrobka elementiv biolohizovanykh tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh Pivdnia Ukrainy. [Agroecological justification and development of elements of biologized technologies for growing agricultural crops in the conditions of Southern Ukraine.] – Kvalifikatsiina naukova pratsia na pravakh rukopysu. Dysertatsiia na zdobuttia naukovoho stupenia doktora silskohospodarskykh nauk za spetsialnistiu 06.01.09 – roslynnytstvo. Khersonskyi derzhavnyi ahrarno-ekonomichnyi universytet, Kherson, 592 s.15. [in Ukrainian].
7. Kovalenko O. A., Neroda R. S., Pachesna I. V., Tupchii D. Yu. (2019). Vplyv biopreparativ na produktyvnist soniashnyka. [The effect of biological products on sunflower productivity.] Perlyny stepovoho kraiu: materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf., m. Mykolaiv, 20-22 lystop. 2019 r. Mykolaiv : MNAU, S. 76-78. [in Ukrainian].
8. Kovalenko O. A., Fedorchuk M. I., Neroda R. S., Donets Ya. L. (2020). Vyroshchuvannia soniashnyka za vykorystannia mikrodobryv ta bakterialnykh preparativ. [Growing sunflowers using microfertilizers and bacterial preparations.] Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. № 2. S. 111-134. [in Ukrainian].
9. Kucheriavyi V. L. (2000). Ekolohiia. [Ecology] Lviv : Svit, 500 s. [in Ukrainian].
10. Maslak O. (2015). Pryvablyvist oliinykh kultur. [The attractiveness of oilseed crops.] Ekonomichnyi hektar, № 22. S. 24-29. [in Ukrainian].
11. Sanin V., Sanin Yu. (2012). Osoblyvosti pozakorenevoho pidzhyvlennia mikroelementamy. [Features of foliar fertilization with microelements.] Propozytsiia. 2012. [in Ukrainian].
12. Ushkarenko V. O., Lazer P. N., Kaplin O. O. (2004). Bioenerhetychna efektyvnist vyroshchuvannia skorostyhlykh hibrydiv soniashnyka v osnovnykh ta promizhnykh posivakh pry zroshenni. [Bioenergetic efficiency of growing early-ripening sunflower hybrids in main and intermediate crops under irrigation.] Tavriiskyi naukovii visnyk. Vyp. 33, S. 3-9. [in Ukrainian].
13. Shevchenko V. P. Kalenska S. M., Demydas P. I. (2006). Biolohichne roslynnytstvo. [Biological crop production.] Kyiv. Vydavnychyi tsentr NAU, 39 s. [in Ukrainian].
14. Yaroshko M. (2020). Vyroshchuvannia soniashnyku v umovakh posukhy. [Growing sunflowers in drought conditions.] Ahronom. № 4. S. 86-89. [in Ukrainian].

Шейко І.М. Якісні показники насіння різностиглих гібридів соняшнику залежно від підживлення мікродобривами в умовах Лісостепу Західного

Мета. Мета досліджень полягала у встановленні впливу фоліарного застосування мікродобрив на показники якості насіння різностиглих гібридів соняшнику за вирощування в умовах Лісостепу Західного.

Методи. У процесі виконання дослідження використовували поєднання методів загальнонаукових: гіпотеза, спостереження, аналіз; та спеціальних: лабораторний і польовий. Експериментальні показники обробляли методами математичної статистики.

Результати. Наведено результати польових та лабораторних досліджень порівняльної оцінки за продуктивністю гібридів соняшнику (Феном (середньоранній), НК БРІО (середньоранній), Валенсія (середньостиглий), НК КОНДІ (середньостиглий), впливу мікродобрив (Мультикомплекс СтимОрганік, СтимОрганік АміноМакс, Авангард Комплекс Соняшник) за різних строків внесення (фаза 2-4 листків, фаза 2-4 листків+фаза 5-6 листків). За результатами досліджень встановлено доцільність вирощування досліджуваних гібридів в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу західного та оптимізовано комплекс агротехнічних заходів.

Висновки. Дослідженнями встановлено істотну різницю у розрізі гібридів за масою тисячі насінин, показник варіював від 50 до 68 грам. Найбільш ваговите насіння було у гібриду НК КОНДІ і найменше – у гібриду Валенсія. За дворазового підживлення мікродобривами (фаза 2-4 листків+фаза 5-6 листків) відмічено істотне перевищення контролів, оптимальний вплив був у гібриду Валенсія із мікродобривом Мультикомплекс СтимОрганік, перевищення контролю склало 5 г (10%). Найменшою масою 1000 насінин характеризувався гібрид Валенсія, проте урожайність у цього гібриду порівняно з трьома іншими гібридами була найвищою,

що пояснюється біометричними показниками: діаметром кошика та кількістю насіння в кошику. На варіантах фоліарного внесення мікродобрив у фазі 2-4 листків, маса 1000 насінин збільшувалась на окремих варіантах на 1-2 грама. В результаті досліджень визначено, що за одноразового внесення мікродобрив у фазі 2-4 листків соняшнику вміст жиру в насінні зростав на 1-2%. Обґрунтовано пластичність гібриду Валенсія щодо впливу мікродобрив як за одноразового, так і дворазового підживлення. Вміст жиру у гібридів соняшнику був в межах 48-52%. Оптимальний вміст жиру 55% був у гібриду Валенсія за дворазового підживлення мікродобривом Мультикомплекс СтимОрганік, перевищення контролю становило 4%.

Ключові слова: соняшник, гібрид, мікродобриво, строк внесення, маса 1000 насінин, вміст жиру в насінні.

Sheiko I.M. Quality indicators of differential sunflower hybrid seeds depending on micro-fertilizers in the conditions of the Western Forest-Steppe

Purpose. The purpose of the research was to establish the influence of foliar application of microfertilizers on the quality indicators of seeds of different-ripening sunflower hybrids when grown in the conditions of the Western Forest-Steppe.

Methods. In the process of conducting the research, a combination of general scientific methods was used: hypothesis, observation, analysis; and special methods: laboratory and field. Experimental indicators were processed by methods of mathematical statistics.

Results. The results of field and laboratory studies of comparative assessment of the sunflower hybrids productivity (Phenom (mid-early), NK BRIO (mid-ripening), Valencia (mid-ripening), NK CONDI (mid-ripening)), the influence of microfertilizers (Multicomplex StimOrganic, StimOrganic AminoMax, Avangard Complex Sunflower) at different application times (phase 2-4 leaves, phase 2-4 leaves + phase 5-6 leaves). The results of the research established the feasibility of growing the studied hybrids in the soil and climatic conditions of the Western Forest-Steppe and optimized the set of agrotechnical measures.

Findings. The research established a significant difference in the hybrids by the weight of a thousand seeds, the indicator varied from 50 to 68 grams. The most weighty seeds were in the hybrid NK CONDI and the least – in the Valencia hybrid. With two-time feeding with microfertilizers (phase 2-4 leaves + phase 5-6 leaves), a significant excess of controls was noted, the optimal effect was in the Valencia hybrid with the microfertilizer Multicomplex StimOrganic, the excess of control was 5 g (10%). The Valencia hybrid was characterized by the smallest weight of 1000 seeds, however, the yield of this hybrid compared to the three other hybrids was the highest, which is explained by biometric indicators: basket diameter and number of seeds in the basket. In the variants of foliar application of microfertilizers in the phase of 2-4 leaves, the weight of 1000 seeds increased in some variants by 1-2 grams. As a result of the research, it was determined that with a single application of microfertilizers in the phase of 2-4 leaves of sunflower, the fat content in seeds increased by 1-2%. The plasticity of the Valencia hybrid with respect to the influence of microfertilizers both during a single and two-time top dressing was substantiated. The fat content in sunflower hybrids was within 48-52%. The optimal fat content of 55% was in the Valencia hybrid with two-time top dressing with the microfertilizer Multicomplex StimOrganic, the control excess was 4%.

Key words: sunflower, hybrid, microfertilizer, application period, weight of 1000 seeds, fat content in seeds.

УДК 635.25:631.5:338.43:338.1.
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.35

СВІТОВЕ ТА УКРАЇНСЬКЕ ВИРОБНИЦТВО РІПЧАСТОЇ ЦИБУЛІ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

ШЕПЕЛЬ А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-9955-4569
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Згідно з даними ФАО, ріпчаста цибуля займає друге місце після томатів серед найважливіших овочевих культур у світовому овочівництві як за площею вирощування, так і за обсягами виробництва. Вона є цінним джерелом вітамінів і мінеральних речовин, серед яких солі кальцію, калію, фосфору, заліза, а також мікроелементи, такі як цинк, мідь та алюміній. Листя цибулі містить від 35 до 90 мг вітаміну С на 100 г, тоді як у цибулинах його концентрація становить 4-10 мг на 100 г свіжої маси. Ріпчаста цибуля є однією з найважливіших овочевих культур у світовому сільському господарстві, поступаючись за значенням лише томатам. Вона відіграє значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки, має високу економічну цінність та широке використання в харчовій промисловості. Проте виробництво цибулі ріпчастої як в Україні, так і у світі супроводжується низкою викликів, пов'язаних із коливанням урожайності, нестабільністю ринку, сезонністю виробництва та залежністю від кліматичних умов. В Україні виробництво ріпчастої цибулі характеризується нестабільною динамікою, що зумовлено як внутрішніми економічними факторами, так і зовнішніми ринковими впливами. Основні проблеми галузі включають високу собівартість вирощування, необхідність залучення значних фінансових ресурсів, дефіцит кваліфікованої робочої сили та технологічну відсталість багатьох підприємств. Крім того, значні коливання обсягів виробництва призводять до нестабільності цін на внутрішньому ринку, що знижує конкурентоспроможність українських виробників на світовому рівні. З огляду на це, актуальним є дослідження сучасного стану виробництва ріпчастої цибулі, аналіз світових та українських тенденцій, оцінка ефективності вирощування та визначення перспектив розвитку галузі в умовах глобальних змін та інтеграції України у міжнародний ринок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження Свиридовського В.М. показали, що підвищення передполивного порогу з 70% до 90% НВ сприяє збільшенню висоти рослин на 16,8-21,1%, а застосування біологічного та хімічного захисту підвищує цей показник на 12,9-17,1% [1, с. 3]. Сергій Стефанюк проводив дослідження в умовах Львівщини у 2019-2020 рр., порівнюючи врожайність різних гібридів ріпчастої цибулі. Виявив, що гібриди Бонус F1 та Скапіно F1 забезпечили врожайність 24,7 т/га та 23,0 т/га відповідно, перевищуючи контрольний сорт Банк F1 з показником 22,7 т/га. Також було відзначено високі показники товарності та біохімічного складу цибулин цих гібридів [2]. Барабаш О., Таране Л., Сич З. стверджують, що із дворічних овочевих культур, які вирощують в Україні, до родини Цибулеві відносять цибулю ріпчасту, цибулю шалот і цибулю порей, які формують ріпчасті або циліндричні цибулини, різні за формою, розміром та забарвленням, утворюють подібне насіння, мають тонкі ниткоподібні корінці, вузькі трубчасті або лінійні листки, квіткову стрілку та шапкоподібний зонтих [3].

Цибуля ріпчаста (Allium cepa L.) належить до родини Цибулеві (Alliaceae) роду Цибуль (Allium), який об'єднує близько 400 видів. Харчова цінність рослин зумовлена високим вмістом вуглеводів та азотистих речовин. У цибулинах міститься від 7 до 21% сухої речовини, у листках – від 6,2 до 7,0%. Рослини цибулі є одними із найкращих вітамінних продуктів цілорічного споживання [4, с. 88]. Yohannes Gelaye, Kelemu Nakachew, Solomon Ali стверджують, що цибуля (Allium cepa L.) є найважливішою комерційною овочевою культурою, яку широко вирощують у всьому світі. Країни по всьому світу вирощують цибулю через її харчову цінність, лікувальні властивості, вміст мінералів, білків. За обсягами виробництва цибуля посідає друге місце після томатів [5].

Метою даного дослідження є аналіз сучасного стану виробництва ріпчастої цибулі в Україні та у світі, визначення основних тенденцій, проблем і перспектив розвитку галузі в умовах сучасних економічних та ринкових викликів. Для досягнення цієї мети у статті ставляться такі завдання: оцінити динаміку виробництва ріпчастої цибулі в Україні та у світі за останні десятиліття на основі статистичних даних FAO та інших джерел, проаналізувати урожайність ріпчастої цибулі в різних країнах світу та визначити фактори, що впливають на її рівень, дослідити експортно-імпортні операції з ріпчастою цибулею, оцінити їх вплив на внутрішній ринок України та міжнародну торгівлю, оцінити перспективи розвитку виробництва ріпчастої цибулі в Україні, враховуючи світові тенденції, економічні умови та можливості підвищення конкурентоспроможності продукції. Результати дослідження сприятимуть розробці ефективних стратегій розвитку галузі, підвищенню її продуктивності та конкурентоспроможності як на внутрішньому, так і на світовому ринках.

Матеріали та методика досліджень. У дослідженні використано комплексний підхід до аналізу виробництва ріпчастої цибулі в Україні та світі, який включає статистичні, економічні та агротехнічні методи оцінки. Основними джерелами інформації стали офіційні дані Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), Державної служби статистики України, профільних аграрних міністерств та наукових установ. Крім того, було проаналізовано наукові публікації, що стосуються сучасних тенденцій у виробництві ріпчастої цибулі, її

врожайності та факторів, що впливають на розвиток галузі. Для дослідження експортно-імпортних операцій з ріпчастою цибулею використано методи економічного аналізу, аналіз структури експорту та імпорту. Отримані результати узагальнено та представлено у вигляді аналітичних таблиць, графіків та діаграм, що дозволяє наочно продемонструвати тенденції розвитку виробництва ріпчастої цибулі та перспективи його вдосконалення.

Результати та обговорення. По результатам Качанова Т.В., Савостяник С.Ю. із внесенням 25% розрахункової дози мінеральних добрив врозкид і 75% з поливною водою при дотриманні рівня зволоження 90-80-70% НВ забезпечував не тільки високі прирости врожаю цибулі ріпчастої озимої Августа, але й дозволив отримати добрі показники якості продукції [6].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), щорічно у світі вирощується близько 98 мільйонів тонн цибулі ріпчастої на площі приблизно 5 мільйонів гектарів у 143 країнах [7]. На рис. 1 представлено динаміку виробництва та площі збору врожаю ріпчастої. Виробництво (червона лінія) та площа збору (синя лінія) демонструють стійке зростання протягом усього періоду. Найшвидший ріст спостерігається з 2000 по 2023 рік. Виробництво зростає швидше, ніж площа збору, що свідчить про підвищення врожайності (можливо, завдяки вдосконаленню технологій, селекції або механізації). У 2008-2010 рр. та 2021-2023 рр. площа збору демонструє невеликі спадання, тоді як виробництво продовжує зростати. Це може свідчити про: покращення ефективності вирощування (більший урожай з меншої площі), тимчасові кліматичні або економічні фактори, що вплинули на площу посівів. У 2022 р. спостерігається максимальний рівень виробництва та площі збору, у 2023 р. площа збору дещо скоротилася, що може бути наслідком несприятливих погодних умов або змін у попиті.

На рис. 2 представлено середнє співвідношення виробництва ріпчастої цибулі та шалоту у різних регіонах світу за останні 30 років. Азія – беззаперечний лідер (64,6%). Майже дві третини світового виробництва припадає на Азію. Це пояснюється великим виробництвом у Китаї, Індії, Пакистані, Бангладеш і Туреччині. Високий внутрішній попит у цих країнах сприяє збільшенню виробництва. Америка (12%) та Африка (11,6%) – майже рівні частки. У Північній і Південній Америці ключовими виробниками є США, Мексика та Бразилія. Світове виробництво цибулі ріпчастої та шалоту стабільно зростає протягом останніх 30 років. Врожайність підвищується, що дозволяє отримувати більше продукції з тієї ж площі. Можливі коливання у виробництві спричинені як кліматичними, так і економічними факторами. Незважаючи на незначний спад у 2023 році, загальна тенденція залишається позитивною, що свідчить про подальше зростання виробництва у світі. В Африці значну частку забезпечують Єгипет, Нігерія, Судан та Алжир. Обидва регіони мають помірний рівень виробництва порівняно з Азією. Європа (11,5%) – на одному рівні з Африкою. Азія домінує у світовому виробництві, що пояснюється великою кількістю населення, традиціями споживання та сприятливими кліматичними умовами.

Америка, Африка та Європа мають порівнянні частки, але їх внесок значно нижчий за азійський. Океанія відіграє мінімальну роль у світовому виробництві ріпчастої цибулі та шалоту. Загалом, структура виробництва залишається стабільною, і в найближчі роки Азія збереже лідерство на ринку цибулі ріпчастої та шалоту (рис. 4). Китай (24,28 млн т) і Індія (22,43 млн т) – два найбільші виробники, які разом забезпечують понад 46% світового виробництва цибулі ріпчастої, США (3,73 млн т), Іран (2,38 млн т) та Єгипет (2,38 млн т) – три наступні країни за обсягами

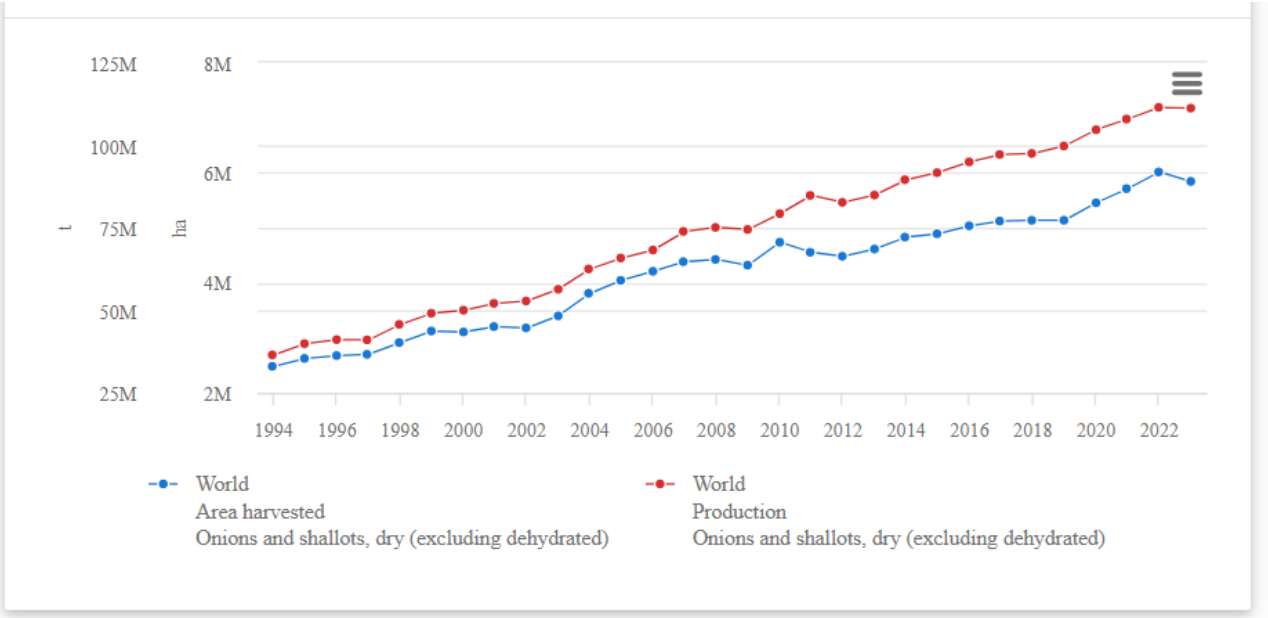


Рис. 1. Обсяги виробництва та урожайності цибулі ріпчастої та шалот, ФАО (середнє 1994-2023 рр.) [7]

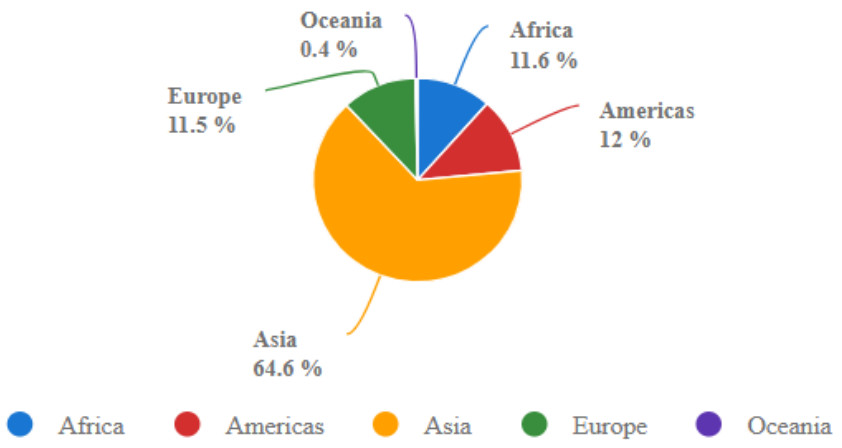


Рис. 2. Частка виробництва цибулі ріпчастої та шалот в світі по континентам світу (середнє 1994-2023 рр.) [7]

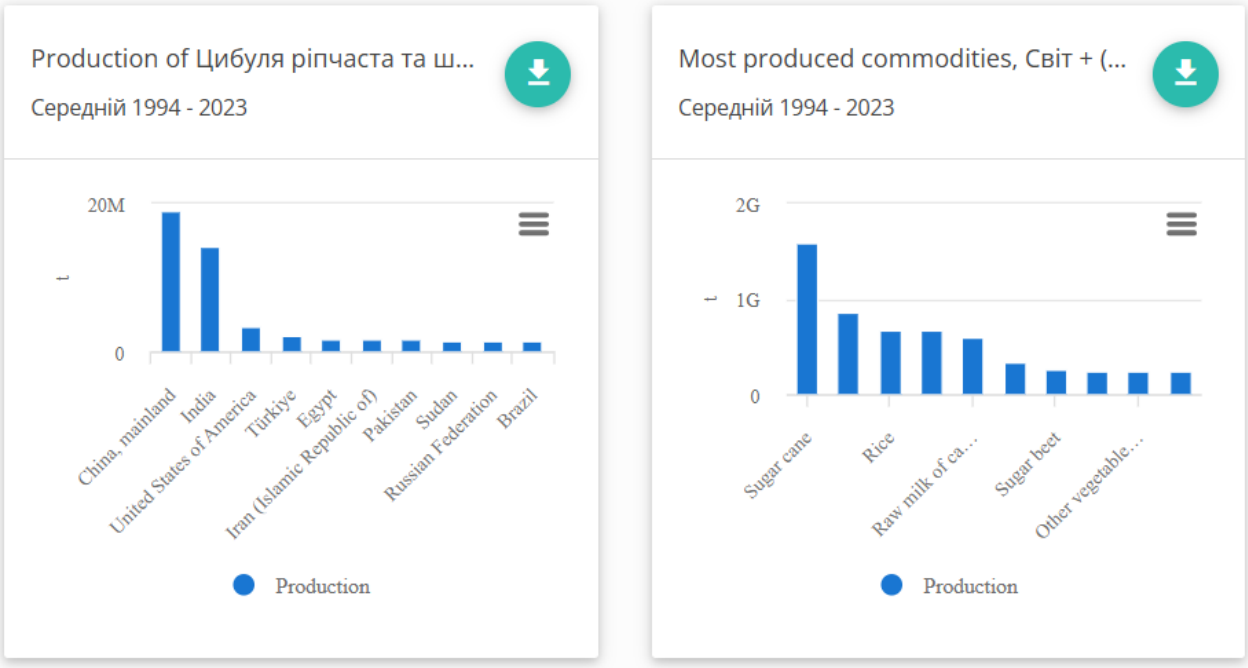


Рис 3. Топ-10 виробників найбільш при виробництві цибулі ріпчастої та шалот у світі (середнє 1994-2023 рр.) [7]

виробництва. Домінування Китаю та Індії пояснюється великими площами вирощування та високим внутрішнім попитом, позиція США свідчить про значне виробництво для внутрішнього споживання та експорту, Єгипет та Іран є важливими виробниками, що експортують цибулю до Європи та Азії. Туреччина відіграють важливу роль у постачанні цибулі на ринки Східної Європи та Близького Сходу. Рис. 4 демонструє глобальну концентрацію виробництва та ключові регіони, що впливають на світовий ринок ріпчастої цибулі.

В Україні посівні площі під цибулею ріпчастою становлять близько 30-40 тисяч гектарів, із середньою врожайністю 25-30 тон з гектара, що забезпечує валовий збір на рівні 910-930 тисяч тон [8]. Варто зазначити, що значну частину української цибулі вирощують в особистих господарствах, які забезпечують

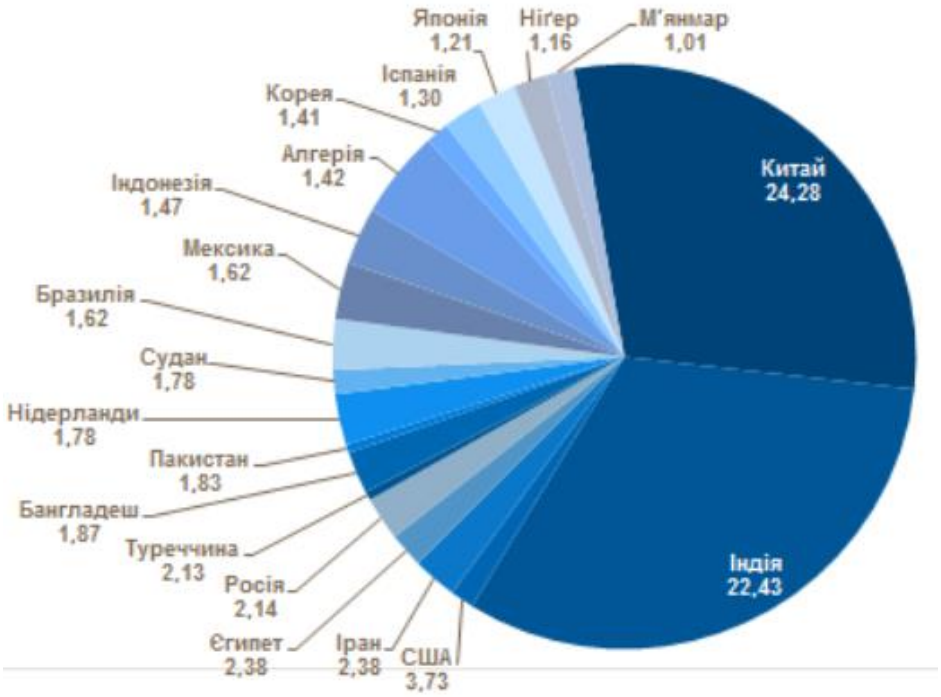


Рис. 4. ТОП 20 виробників цибулі ріпчастої в світі, млн. т. за даними FAOSTAT [7]

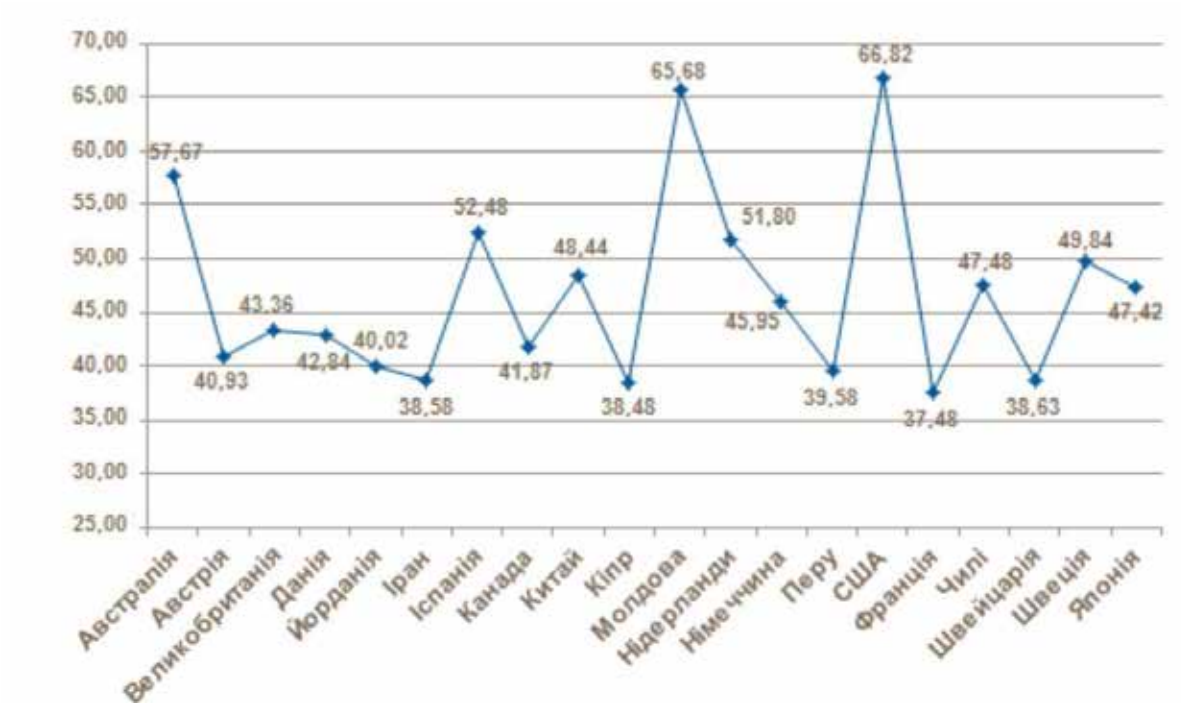


Рис. 5. Урожайність цибулі ріпчастої в світі [7]

майже 90% від загального обсягу виробництва [3]. Середній світовий показник збору врожаю – 22 т/га, але найбільшим середнім показником врожайності є 66,82-65,68 т/га, якого було досягнуто в США та Молдові відповідно. Провідні фермерські господарства можуть вирощувати врожай понад 100 т/га. Рис. 5 демонструє урожайність ріпчастої цибулі в різних країнах. Показники коливаються від 37,48 т/га до 66,82 т/га, що вказує на суттєву різницю між країнами. 2. Найвищі показники урожайності США – 66,82 т/га Нідерланди – 65,68 т/га. Ці країни мають найвищу урожайність, що може пояснюватися сучасними

технологіями, ефективними агротехнічними методами та сприятливими кліматичними умовами.

Є значний розрив між країнами: у передових аграрних країнах урожайність може бути майже вдвічі вищою, ніж у країнах із менш продуктивними методами. Країни Європи мають відносно стабільні показники, але вони не перевищують 50-55 т/га. Нідерланди та США демонструють передові позиції завдяки ефективному агровиробництву. Аналіз площ посіву ріпчастої цибулі (рис. 6) у світі за даними ФАО: основні країни-виробники – Індія (1306 тис. га) та Китай (1101 тис. га) займають домінуючі позиції у світі за площею посіву цибулі, Нігерія (556,47 тис. га) також є значним виробником, проте відстає від лідерів у понад два рази. Інші великі виробники. Пакистан (137,90 тис. га), Індонезія (158,17 тис. га), Бангладеш (185,74 тис. га) – ці країни мають суттєві площі посівів, що свідчить про важливість цибулі у їх сільському господарстві. Судан (96,59 тис. га), В'єтнам (97,73 тис. га), Уганда (86,46 тис. га) теж входять у топ країн за площами вирощування. Україна має 54,80 тис. га посівів, що є відносно невисоким показником у порівнянні з лідерами [9]. Отже, Україна має потенціал для розширення посівних площ цибулі, особливо враховуючи сприятливі агрокліматичні умови. Rodney Aku та інші стверджували, що цибуля – це культура, яка потребує достатньої кількості води для вирощування. Це свідчить про те, що для отримання високих урожаїв цибулі необхідна оптимальна вологість ґрунту. [10, с. 48].

Вирощування ріпчастої цибулі є капіталомістким процесом, що потребує значних фінансових вкладень. Високий рівень затрат праці та необхідність залучення сезонних робітників знижують зацікавленість вітчизняних аграріїв у цьому напрямі, оскільки більшість підприємств надає перевагу механізованому виробництву. Додатковим стримувальним фактором є складність інтегрованої системи захисту посівів, яка вимагає значних ресурсів, своєчасного виконання всіх агротехнічних заходів, а також спеціальних знань у сфері агрономії. Аграрні підприємства України демонструють майже вдвічі вищу врожайність ріпчастої цибулі порівняно з особистими селянськими господарствами. Це пояснюється значними інвестиціями у високоякісний посівний матеріал та використанням сучасних технологій вирощування.

Аналіз ринку показує, що вартість 1 кг якісного насіння стартує від 3500 грн. При дотриманні технологічних вимог, врахуванні погодних умов та інших факторів потенційна врожайність може перевищувати 70 т/га. Останні роки характеризуються суттєвими коливаннями обсягів внутрішнього виробництва ріпчастої цибулі, що спричинило зростання її імпорту. Так, у 2022 р. було завезено приблизно 105,5 тис. т. цієї продукції. Для порівняння, імпортна частка становила майже 10% від загального внутрішнього виробництва. За перші чотири місяці поточного року обсяги ввезення вже досягли 40,5 тис. т. (табл. 1).

У минулому році середньозважена вартість імпортної ріпчастої цибулі становила 0,62 долара США за кілограм, тоді як у 2023 р. цей показник зріс до 0,79 долара США за кілограм. На внутрішньому ринку нинішня ціна досягла 55 грн, що еквівалентно приблизно 1,5 долара США за кілограм. За сприятливих ринкових умов аграрний бізнес уже давно міг би перейти до вирощування цієї культури, враховуючи труднощі з вирощуванням і реалізацією традиційних маржинальних зернових та олійних культур. Проте на заваді цьому процесу стоїть

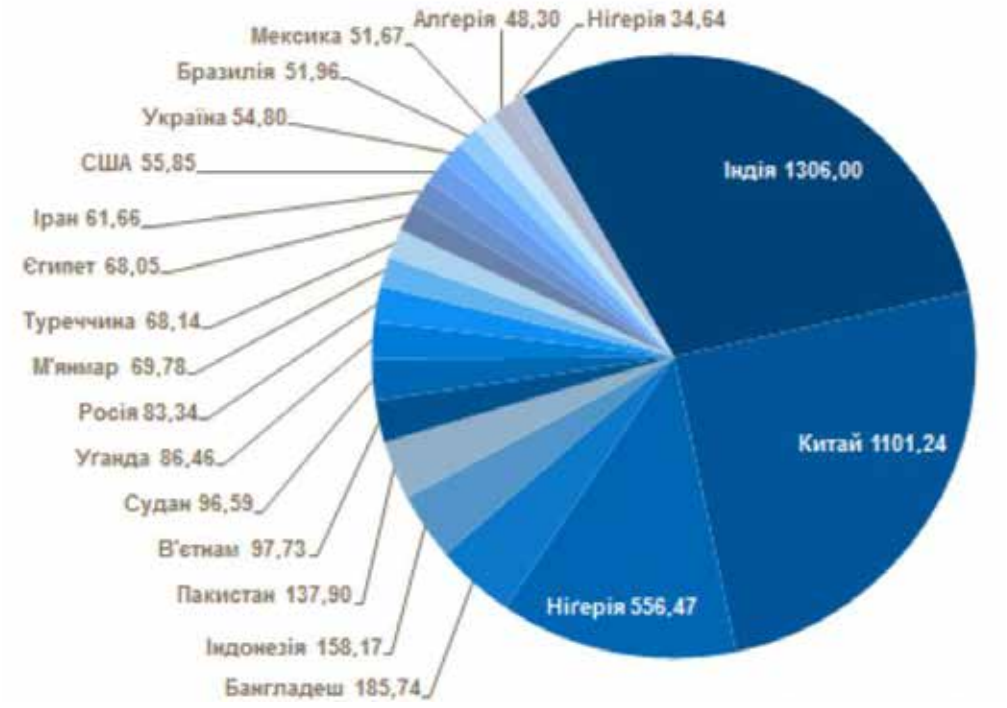


Рис. 6. Площа посіву цибулі ріпчастої у світі за даними ФАО [7]

Таблиця 1

Зовнішньоекономічна статистика торгівлі цибулею ріпчастою в Україні

Код і найменування позиції товару за УКТЗЕД		Цибуля	
Період		січень-квітень 2023 р.	2022 р.
Імпорт	Вартість, тисяч доларів США	31998	65443
	Питома вага	0,16%	0,11%
	Вага нетто, т	40508	105520
Середня ціна 1 кг імпорту, доларів США		0,79	0,62
Експорт	Вартість, тисяч доларів США	14	288
	Питома вага	0,00%	0,00%
	Вага нетто, т	36	394
Середня ціна 1 кг експорту, доларів США		0,39	0,73

Джерело: складено за даними досліджень митної статистики [11]

Таблиця 2

Економічна ефективність виробництва цибулі ріпчастої в умовах поточного маркетингового сезону

Елементи витрат	Витрати на 1 га, грн	Витрати на 1 т при урожайності, т/га		
		20	35	70
Оплата праці разом із відрахуваннями ЄСВ, грн	71000	3550,0	2028,6	1014,3
Насіння посівне (іноземне), грн	17500	875,0	500,0	250,0
Добрива, грн	55000	2750,0	1571,4	785,7
Засоби захисту рослин, грн	15263	763,2	436,1	218,0
ПММ, грн	5100	255,0	145,7	72,9
Витрати на зрошення (придбання і обслуговування), грн	200000	10000,0	5714,3	2857,1
Витрати на воду, грн	90000	4500,0	2571,4	1285,7
Амортизація, грн	5500	275,0	157,1	78,6
Витрати на ремонт та запчастини, грн	10000	500,0	285,7	142,9
Орендна плата, грн	4500	225,0	128,6	64,3
Інші матеріальні витрати, грн	4000	200,0	114,3	57,1
Загальновиробничі витрати (включаючи єдиний податок), грн	47786,3	2389,3	1365,3	682,7
Всього виробничих витрат, грн	525649,3	26282,5	15018,6	7509,3
Собівартість реалізації разом із витратами на збут, грн	567701,2	28385,1	16220,0	8110,0
Рівень рентабельності за ціни реалізації 1 кг – 30 грн, %		5,7	85,0	269,9
Рівень рентабельності за ціни реалізації 1 кг – 35 грн, %		23,3	115,8	331,6
Рівень рентабельності за ціни реалізації 1 кг – 40 грн, %		40,9	146,6	393,2

Джерело [11]

недостатня обізнаність щодо економічної доцільності виробництва, а також складність агротехнічних заходів. Розглянемо це питання з експертної точки зору, аналізуючи різні можливі стратегії виробництва (табл. 2).

Кернасюк Ю стверджує, що фактична собівартість вирощування 1 кг ріпчастої цибулі залежатиме від рівня отриманої врожайності. При мінімальному середньому показнику 20 тон з 1 га собівартість продукції складатиме приблизно 26,3 грн/кг, що лише покриватиме витрати без отримання прибутку. Водночас збільшення врожайності до 35 тон з 1 га дозволить знизити цей показник до 15,0 грн/кг, а за досягнення 80 тон з 1 га витрати скоротяться до 7,5 грн/кг, що створить передумови для високої рентабельності. Однак для досягнення таких результатів необхідні значні фінансові вкладення – до 524,6 тис. грн на 1 га. Сюди входять витрати на якісний посівний матеріал (вітчизняний або імпортний), засоби захисту рослин, мінеральні добрива та облаштування системи крапельного зрошення. Важливим аспектом у плануванні такого виробництва є також організація належних умов зберігання та ефективної реалізації врожаю.

Україна має значний потенціал для розвитку виробництва ріпчастої цибулі, зважаючи на сприятливі агрокліматичні умови, наявність родючих ґрунтів та можливості розширення виробничих площ. Проте для ефективного розвитку галузі необхідно враховувати ряд ключових аспектів та тенденцій.

1. Підвищення урожайності та якості продукції через використання високоякісного посівного матеріалу як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Впровадження сучасних агротехнологій, включаючи крапельне зрошення, системи живлення та ефективний інтегрований захист рослин та оптимізація сівозміни для запобігання виснаженню ґрунтів і зменшення ризиків поширення хвороб.

2. Розвиток інфраструктури зберігання та переробки, будівництво сучасних сховищ із регульованими умовами

зберігання для мінімізації втрат продукції та стабілізації цін на ринку. Створення потужностей для первинної та глибокої переробки (сушка, заморожування, виробництво порошку тощо) для розширення експортних можливостей.

3. Підвищення ефективності логістики та ринкової інтеграції через формування кооперативів та об'єднань виробників для покращення збуту продукції та зменшення впливу посередників, розширення каналів реалізації через торговельні мережі, онлайн-платформи, прямі контракти з переробниками та експортерами.

4. Зміцнення позицій на зовнішніх ринках через вихід на нові експортні ринки шляхом відповідності міжнародним стандартам якості та сертифікації продукції та розширення співпраці з країнами ЄС, Близького Сходу та Азії, де зростає попит на ріпчасту цибулю.

5. Державна підтримка та інвестиції в галузь шляхом впровадження програм фінансування для фермерів, спрямованих на модернізацію господарств та підтримка досліджень та впровадження інновацій у сфері селекції, агротехнологій та автоматизації виробництва, залучення іноземних інвестицій для розвитку переробної галузі та експорту.

Висновки. Виробництво ріпчастої цибулі є важливим сегментом світового та українського аграрного ринку. Аналіз тенденцій у цій галузі свідчить про значний потенціал для нарощування виробництва в Україні, однак існують певні виклики, які потребують вирішення. Світові тенденції демонструють зростання виробництва ріпчастої цибулі, особливо в країнах Азії, які є лідерами за обсягами вирощування. Україна, хоча й займає помітне місце серед виробників, поки що не входить до топових країн. Українське виробництво характеризується коливанням площ посіву та урожайності через вплив кліматичних умов, рівень застосування агротехнологій та економічну ситуацію в агросекторі.

Основні проблеми галузі включають високі виробничі витрати, сезонність, необхідність значних інвестицій у якісний посівний матеріал, зрошення, захист посівів і зберігання продукції. Також важливим викликом є нестабільність ринку, що впливає на рівень цін і рентабельність виробництва. Перспективи розвитку українського ринку ріпчастої цибулі пов'язані із впровадженням сучасних технологій вирощування, розширенням експортного потенціалу, модернізацією системи зберігання та переробки, а також покращенням логістики та маркетингової стратегії виробників. Економічна ефективність виробництва може бути підвищена завдяки застосуванню високоврожайних сортів, впровадженню інноваційних агротехнологій та покращенню доступу до фінансових ресурсів для малих та середніх фермерів. Загалом, враховуючи зростаючий попит на цибулю ріпчасту, як на внутрішньому, так і на зовнішніх ринках, а також можливість підвищення конкурентоспроможності українських виробників, подальший розвиток цієї галузі є перспективним. Однак для цього необхідне стратегічне планування, інвестиції та підтримка з боку держави, що сприятиме стабільному зростанню виробництва та підвищенню його рентабельності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Свиридовський В. М. Продуктивність цибулі ріпчастої залежно від режимів зрошення та захисту рослин на півдні України. Автореферат. URL: https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%92.%D0%9C…pdf (дата звернення 25.02.2025).
2. Стефанюк С. Вирощування цибулі ріпчастої в умовах Львівщини.2022. *Вісник Львівського національного екологічного університету. Серія Агрономія*, (26). С. 110–113. https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.110 URL: https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/agronomy/article/view/55/44 (дата звернення 25.02.2025)
3. Барабаш О., Таране Л, Сич З. Цибуля ріпчаста – технологія вирощування. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=1054 (дата звернення 25.02.2025)
4. Вітанов О. Д., Зелендін Ю. Д., Чефонова Н. В. Цибуля ріпчаста: ефективні агрозаходи: *монографія*; за ред. д-ра с.-г. наук, проф. О. Д. Вітанова. Київ: Аграрна наука, 120 с. URL: https://doi.org/10.31073/978-966-540-617-4 (дата звернення 25.02.2025).
5. Yohannes Gelaye, Kelemu Nakachew, Solomon Ali. A Review of the Prospective Effects of Spacing and Varieties on Onion Yield and Yield Components (Allium cepa L.) in Ethiopia. *Academic Editor: Stephen G. Schwartz.* First published: 22 March 2024. URL: https://doi.org/10.155/2024/2795747 URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/2795747 (дата звернення 27.02.2025)
6. Качанова Т.В., Савостяник С.Ю. Показники якості цибулі ріпчастої озимої за краплинного зрошення. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5960/1/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8.pdf (дата звернення 28.02.2025)
7. Crops and livestock products. FAOSTAT. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize (дата звернення 25.02.2025).
8. Цибуля та часник – ключові факти. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/onion/onion-and-garlic-key-facts/ (дата звернення 25.02.2025).
9. Вітанов О.Д. Сучасні системи виробництва овочів: *монографія.* Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2022. 214 с. URL: https://ovoch.com/ua/naukovi-vidannya/knigi-monografii1/ (дата звернення 24.02.2025).
10. Rodney Aku, Paul Kristiansen1 and Michael Coleman1 Water management and irrigation for bulb onion (Allium cepa L.) growth and development in the Papua New Guinea Highlands: *A review Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy (APJSAFE)* ISSN: 2338-1345 e ISSN 2808-8948.2023. Vol. 11 (2) pp. 47-58. URL: https://ojs.bakrie.ac.id/index.php/APJSAFE/about
11. Кернасюк Ю. Агробізнес на цибулі. URL: https://www.growhow.in.ua/ahrobiznes-na-tsybuli/ (дата звернення 20.02.2025).

REFERENCES:

1. Svyrydovskyi V. M. (2018) Produktyvnist tsybuli ripchastoi zalezhno vid rezhymiv zroshennia ta zakhystu roslyn na pivdni Ukrainy [Productivity of bulb onions depending

on irrigation regimes and plant protection in southern Ukraine]. *Avtoreferat*.: https://www.ksau.kherson.ua/files/avtoreferaty_dysertaciyi/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%A1%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%B8%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%92.%D0%9C…pdf (accessed February 25, 2025).
2. Stefaniuk S. (2022) Vyroshchuvannia tsybuli ripchastoi v umovakh Lvivshchyny [Cultivation of bulb onions under the conditions of Lviv region]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ekolohichnoho universytetu. Seriia Ahronomiia* https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.110 URL: https://visnyk.lnup.edu.ua/index.php/agronomy/article/view/55/44 (accessed February 25, 2025).
3. Barabash O., Tarane L, Sych Z. (2025) Tsybulia ripchasta – tekhnolohiia vyroshchuvannia [Bulb onion – cultivation technology]. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=1054 (accessed February 25, 2025).
4. Vitanov O. D., Zelendin Yu. D., Chefonova N. V. (2024) Tsybulia ripchasta: efektyvni ahrozakhody [Bulb onion: effective agronomic measures.]: monohrafiia; za red. d-ra s.-h. nauk, prof. O. D. Vitanova. Kyiv: Ahrarna nauka, 120 p. URL: https://doi.org/10.31073/978-966-540-617-4 (accessed February 25, 2025).
5. Yohannes Gelaye, Kelemu Nakachew, Solomon Ali. A (2024) Review of the Prospective Effects of Spacing and Varieties on Onion Yield and Yield Components (Allium cepa L.) in Ethiopia. *Academic Editor: Stephen G. Schwartz.* First published: 22 March 2024. URL: https://doi.org/10.155/2024/2795747 URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/2795747 (accessed February 27, 2025).
6. Kachanova T.V., Savostianyk S.Iu. (2018) Pokaznyky yakosti tsybuli ripchastoi ozymoi za kraplynnoho zroshennia [Quality indicators of winter bulb onion under drip irrigation.]. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5960/1/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8.pdf (accessed February 28, 2025).
7. Crops and livestock products. FAOSTAT. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize (accessed February 22, 2025)
8. Tsybulia ta chasnyk – kliuchovi fakty [Onion and garlic – key facts.]. URL: https://www.yara.ua/crop-nutrition/onion/onion-and-garlic-key-facts/ (accessed February 25, 2025).
9. Vitanov O.D. (2022) Suchasni systemy vyrobnytstva ovochiv [Modern vegetable production systems.]: monohrafiia. Vinnytsia: TOV «TVORY». 214 p. URL: https://ovoch.com/ua/naukovi-vidannya/knigi-monografii1/ (accessed February 24, 2025).
10. Rodney Aku, Paul Kristiansen1 and Michael Coleman1 (2023) Water management and irrigation for bulb onion (Allium cepa L.) growth and development in the Papua New Guinea Highlands: *A review Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture Food and Energy (APJSAFE)* ISSN: 2338-1345 e ISSN 2808-8948.2023. Vol. 11 (2) pp. 47-58. URL: https://ojs.bakrie.ac.id/index.php/APJSAFE/about
11. Kernasiuk Yu. Ahrobiznes na tsybuli [Agribusiness in onion production]. URL: https://www.growhow.in.ua/ahrobiznes-na-tsybuli/ (accessed February 21, 2025).

Шепель А.В. Світове та українське виробництво ріпчастої цибулі: сучасний стан і перспективи розвитку

Дослідження спрямоване на аналіз сучасного стану виробництва ріпчастої цибулі в Україні та світі, визначення основних тенденцій, проблем і перспектив розвитку галузі в умовах сучасних економічних та ринкових викликів. Зокрема, увагу приділено оцінці динаміки виробництва, впливу агротехнічних та економічних факторів на врожайність культури, а також дослідженню експортно-імпортних операцій та їхнього впливу на внутрішній ринок України.

У роботі використано комплексний підхід, який включає статистичний аналіз, економічні методи та агротехнічні дослідження. Для оцінки виробничих тенденцій застосовано методи розрахунку середньорічних темпів зростання, аналізу варіації площ посівів і врожайності, кореляційно-регресійний аналіз. Аналіз експортно-імпортних операцій проведено за допомогою розрахунку коефіцієнтів конкурентоспроможності та оцінки цінової політики. Польові експерименти дали змогу дослідити вплив технологій вирощування, систем удобрення та зрошення на продуктивність культури.

Дослідження показало, що Україна має значний потенціал у виробництві ріпчастої цибулі, проте галузь стикається з низкою викликів. Основними проблемами є нестабільність ринку, коливання урожайності, технологічна відсталість багатьох господарств і залежність від кліматичних умов. Водночас впровадження сучасних технологій вирощування, ефективне використання зрошення та добрив, а також розвиток логістичних ланцюгів здатні суттєво підвищити конкурентоспроможність української продукції.

Виробництво ріпчастої цибулі в Україні має значний потенціал розвитку, проте для його реалізації необхідні комплексні заходи, спрямовані на підвищення ефективності технологій вирощування, покращення якості продукції та розширення експортних можливостей. Державна підтримка, інноваційні підходи до вирощування та стабілізація внутрішнього ринку можуть стати ключовими факторами зміцнення позицій українських виробників на міжнародному ринку. Отримані результати можуть бути використані для розробки стратегій розвитку галузі та підвищення її продуктивності.

Ключові слова: ріпчаста цибуля, виробництво, урожайність, експорт, імпорт, агротехнології, конкурентоспроможність, світовий ринок, зберігання, перспективи розвитку.

Shepel A.V. Global and Ukrainian onion production: current state and development prospects

The study aims to analyze the current state of onion production in Ukraine and worldwide, identify key trends, challenges, and development prospects of the industry in the context of modern economic and market challenges. Particular attention is paid to assessing production dynamics, the impact of agrotechnical and economic factors on crop yield, as well as studying export-import operations and their influence on Ukraine's domestic market.

The study employs a comprehensive approach, including statistical analysis, economic methods, and agrotechnical research. To assess production trends, methods such as calculating average annual growth rates, analyzing variations in cultivated areas and yields, and correlation-regression analysis were used. The analysis of export-import operations was conducted using competitiveness

coefficient calculations and price policy assessment. Field experiments enabled the examination of the impact of cultivation technologies, fertilization systems, and irrigation on crop productivity.

The dynamics of changes in sown areas, yields, exports, and imports of onions are analyzed based on FAOSTAT data and other analytical sources. The leading producing countries, including China, India, the USA, Egypt, and Turkey, are identified and their contribution to global production is characterized. The position of Ukraine in the global market is separately considered, analyzing its production indicators and the specific challenges faced by the industry in economic and climatic conditions. The research revealed that Ukraine has significant potential in onion production; however, the industry faces several challenges. The main issues include market instability, yield fluctuations, technological backwardness of many farms, and dependence on climatic conditions. At the same time, the implementation of modern cultivation technologies, efficient use of irrigation and fertilizers, and the development of logistics chains can significantly enhance the competitiveness of Ukrainian products.

Onion production in Ukraine has considerable development potential, but its realization requires comprehensive measures aimed at improving cultivation technologies, enhancing product quality, and expanding export opportunities. Government support, innovative cultivation approaches, and market stabilization can become key factors in strengthening the positions of Ukrainian producers in the international market. The obtained results can be used to develop industry development strategies and improve its productivity.

Key words: onion, production, yield, export, import, agrotechnologies, competitiveness, global market, storage, development prospects.

УДК 633.853.69/631.58
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.36

МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ СОНЯШНИКУ В АГРОЕКОЛОГІЧНОМУ КОНТЕКСТІ

ШКАТУЛА Ю.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-4275-309X
Вінницький національний аграрний університет
КРАВЕЦЬ А.О. – аспірант
orcid.org/0009-0004-9875-8158
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Висока адаптаційна здатність до грунтово-кліматичних умов дозволяє соняшнику займати в Україні провідне місце серед олійних культур.

Соняшник головним чином використовується як олійно-білкова рослина, що дає харчову олію та білок, який добре збалансований за амінокислотним складом. В структурі виробництва олії соняшникова займає біля 90% від загального виробництва олії в Україні і приблизно 57% якої іде на світовий експорт [1].

Професори В. Ф., Петриченко, В. В. Лихочвор [2] зазначають, що у сучасних технологія вирощування сільськогосподарських культур мінеральні добрива найбільше впливають на рівень урожайності. Проте не завжди витрати на придбання мінеральних добрив компенсуються відповідним приростом урожаю. Основна причина цього – недотримання співвідношення між елементами живлення.

Питання оптимізації удобрення у вирощуванні сучасних гібридів соняшнику з метою підвищення врожайності та сталого виробництва високоякісного насіння в умовах адаптації до ґрунтово-кліматичних умов правобережної частини Центрального Лісостепу потребує більш системного та сталого вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдяки науковим працям Господаренко Г.М., Каленська С. М., Лихочвор В. А., Ткаліч Ю. І., Гарбар Л. А., інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування соняшнику в Україні.

Соняшник є олійною культурою і займає чільне місце в загальній структурі посівних площ агроформувань країни. Посіви соняшнику на період 2022 року в Україні склали 4 573,8 тис. га, що на 1719,5 тис. га менше у порівнянні з 2021 роком. Такий стан пов'язаний із повномасштабним вторгненням Росії в Україну. Середня врожайність соняшнику в 2022 році становила 2,24 т/га, що на 5% нижче середнього показника за останні три роки [3]. В 2023 році соняшником засіяно 5042 тис. га, а врожайність насіння була на ріні – 2,32 т/га [4]. Серед областей найбільше занятих площ соняшником в Кіровоградській області 633 тис. га, Дніпропетровській – 532,6 тис. га, Миколаївській – 460 тис. га, Полтавській – 435 тис. га та у Вінницькій – 338,5 тис. га [5].

Соняшник є культурою дуже вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості вологи, поживних речовин і сонячної енергії в певному співвідношенні в різні періоди вегетації.

Добрива відносяться до найбільш важливих чинників врегулювання продуктивності сільськогосподарських культур в інтенсивних системах землеробства. За різними дослідженнями на частку добрив може припадати до 50–70% загального приросту врожаю. Ефективність використання добрив значною мірою залежить від внесення їх у сприятливому співвідношенні елементів живлення. Також добрива безпосередньо впливають на якість рослинницької продукції [6].

Науково-обґрунтований підбір мінеральних добрив, їх кількість, правильне співвідношення елементів живлення дають змогу створити найбільш сприятливі умови для вегетації соняшнику. Систему удобрення формують з врахуванням особливостей конкретними ґрунтово-кліматичних умов, рівня програмованого врожаю, агротехнічних й організаційно-господарських чинників [7, 8], а також агроекологічних складових, поскільки мінеральні добрива є одним з основних забруднювачів ґрунтів і продукції [9].

Науковці Д. І. Нікітчин [10], С. В. Коковіхін, В. В. Нестерчук, Ю. М. Носенко [11] в своїх наукових працях відмічають, що соняшник інтенсивно реагує на зміну мінерального живлення, а тому в технології вирощування важливим є його регулювання внаслідок внесення мінеральних добрив. Цей агрозахід дозволяє максимально вплинути на процес росту і розвитку рослини, що надалі позначається на врожайності.

Споживання рослинами соняшнику елементів живлення значною мірою визначається запасами вологи в ґрунті: чим краще рослини забезпечені вологою, тим більше споживається і навпаки, чим рослини гірше забезпечені вологою, тим менші дози їх використання.

Дослідженнями встановлено, що майже у всіх товарних зонах вирощування соняшнику найбільш доцільно використовувати для підживлення азотно-фосфорні добрива. Внесення цих елементів мінерального живлення окремо не забезпечить одержання бажаного результату. Що стосується калію, то на чорноземних ґрунтах із підвищеним і високим його вмістом, внесення у вигляді мінеральних добрив не збільшує урожай. Використання калію доцільне на ґрунтах із низьким його вмістом [12].

Метою дослідження є аналіз особливостей соняшнику до мінерального живлення, впливу системи удобрення на продуктивність культури в умовах зміни клімату.

Результати досліджень. Соняшник – культура помірної зони та є досить пластичною до погодних та

ґрунтових умов. В умовах зміни клімату, зокрема посилення його посушливості, вирощування соняшнику набуває ще більших перспектив. Дана культура, завдяки потужній, глибоко проникаючій кореневій системі і за посушливих умов періоду вегетації, забезпечує себе вологою та елементами мінерального живлення в обсягах достатніх для формування помірної врожайності насіння.

Особливість соняшнику – в його розвиненій кореневій системі, яка може досягати в глибину до 140 см і в ширину – до 120 см, завдяки чому рослина здатна вбирати вологу та корисні елементи з глибоких шарів ґрунту [13].

Живлення рослин соняшнику є найважливішою частиною обміну речовин у рослинному організмі, оскільки воно визначає спрямованість біохімічних перетворень речовин, ріст, розвиток, продуктивність рослин та якість урожаю. Поживний режим рослин соняшнику найтіснішим чином пов'язаний з наявністю в ґрунті рухомих форм елементів живлення. Кількість елементів живлення, що поступили в рослини, залежить від особливостей хімічного складу культур і від величини урожаю. Чим вище урожай, тим більше потреба поживних речовин. Особливо важливим є забезпечення рослин макро- й мікроелементами при вирощуванні сучасних високоврожайних гібридів з високим генетичним потенціалом за інтенсивними технологіями.

Одним із елементів технології вирощування, що гарантовано забезпечує отримання стабільної урожайності насіння соняшнику є мінеральне удобрення. Даний агротехнічний прийом покращує поживний режим рослин впродовж вегетаційного періоду та надає можливість підвищення інтенсивності їх ростових процесів. Збалансована доза мінеральних добрив за кожним елементом живлення відіграє важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для досягнення максимальної продуктивності соняшнику [14, 15].

Соняшник споживає з ґрунту велику кількість елементів живлення. Особливо багато поживних речовин рослині необхідно в період від бутонізації до цвітіння, коли йде інтенсивне зростання та накопичення органічної маси. Для формування 1т насіння рослина використовує досить значну кількість мінеральних речовин: 40–55 кг азоту, 15–25 кг фосфору, 100–125 кг калію, 14 кг кальцію та 12 кг магнію [16]. Також з урожаєм соняшник виносить з грунту мікроелементи у кількості 23г бору, 42 г цинку, 12 г марганцю та 7 г міді на 1 т продукції.

З урахуванням повернення до ґрунту побічної продукції соняшнику (стебел, листя, кореневої системи) з однією тонною насіння соняшник виносить з ґрунту лише 28 кг азоту, 16 кг фосфору, 24 кг калію [17].

Важливими компонентами для росту рослин і формування врожайності є поживні речовинами – азот, фосфор і калій. Кожен із цих елементів у збалансованій дозі відіграє важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для формування максимальної продуктивності соняшну.

Ряд науковців у своїх працях звертають увагу на домінуючій ролі азоту в системі удобрення соняшнику порівняно з калієм і фосфором, який найбільш активно включається у процес обміну речовин, прискорює ріст рослин, збільшує продуктивність соняшнику [18, 19]. Азот рівномірно засвоюється рослинами соняшнику впродовж вегетації. Починаючи з фази 3–4 пар листків і до фази цвітіння використовується 70–80% азоту. Особливо негативно позначається нестача азоту під час формування кошика. Надлишок азоту зменшує вміст олії, призводить до надмірного вегетативного росту [20]. Найвищий урожай насіння та збір олії одержано у разі внесення азотних добрив у кількості 60 кг/га [21].

Фосфор є найнеобхіднішим елементом живлення і поглинається соняшником від сходів доцвітіння. Даний елемент сприяє кращому розвитку кореневої системи соняшника, впливає на закладання репродуктивних органів та сприяє високій олійності. Фосфорне живлення має велике значення для стійкості соняшнику до нестачі вологи. Соняшник краще реагує на фосфорні добрива, ніж на азотні [22].

Соняшник є калієлюбною культурою та сприятливо впливає напосухостійкість [23]. Дефіцит калію вже на початкових етапах призводить до ускладненого росту та розвитку, рослини відстають у розвитку, а молоді листки ростуть у дуже щільних розетках і поступово проявляється некроз і набуває коричневого кольору.

Дослідник А. В. Юник [24] відмічає, що соняшник належить до групи високочутливих до сірки культур. Особливістю мінерального живлення культури є його підвищена потреба в сірці: втричі більша, ніж у зернових, і становить майже 50% потреби ріпаку. Сірка відіграє важливу роль в живленні рослин і входить до дев'яти елементів, необхідних для живлення рослин. Сірка активно використовується культурними рослинами в біологічному колообігу та відчужується з урожаєм. За достатнього сірчаного живлення підвищується стійкість рослин до низьких температур, посухи, хвороб, засолення ґрунту. Найвищу врожайність насіння соняшник формує за внесення $N_{90}P_{75}K_{135}+S_{30}$ – 4,12 т/га. Подальше збільшення норм внесення мінеральних добрив не призводить до суттєвого підвищення врожайності. Внесення S30 на фоні $N_{90}P_{75}K_{135}$ дозволяє підвищити врожайність соняшника на 0,35 т / га або 9,28%.

Рівень споживання елементів живлення залежить від багатьох чинників: строків і способів внесення добрив, вологозабезпеченості, погодних умов, а також від генетичних особливостей сорту або гібрида [25]. Для формування високої продуктивності соняшнику, а також для підтримання родючості ґрунту на належному рівні мають бути створені умови повного забезпечення ґрунту елементами живлення [26].

Важливим елементом у виробництві соняшнику є визначення технології, за якою буде вирощуватися культура. Інтенсивні гібриди дуже вимогливі до техно-логії вирощування, зокрема до повноцінного удобрення мінеральними добривами та інтенсивного гербіцидного захисту з якісним обробітком ґрунту. Тому при вирощуванні інтенсивних гібридів за ощадливою технологією відбуватиметься зниження урожайності насіння порівняно з пластичним гібридом [27].

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування культури. Внесення добрив

збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин [28, 29].

Як зазначають С. В. Маслійов, І. І. Ярчук, В. В. Степанов [30] найвищі показники врожайності насіння гібридів соняшнику були отримані в разі внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$. Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності гібридів соняшнику на 0,16–0,43 т/га.

Норми внесення мінеральних добрив краще встановлювати за агрохімічними картограмами. Соняшник використовує велику кількість калію. Проте, незважаючи на високий винос цього елементу, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив. Деякі вчені наводять дані, що за умови інтенсивної технології його вирощування, поряд із застосуванням мінеральних добрив під основний обробіток грунту ($N_{40}P_{60}$) і за умови внесення в рядки при сівби ($N_{10}P_{10}$) є високоефективним додаткове внесення добрив локально-стрічковим способом навесні до посіву на глибину 10–12 см [31]. Збільшення доз фосфорних добрив забезпечує підвищення кількості квіток у кошику і формування виповнених сім'янок.

В результаті досліджень С.В. Лябах [32] доведено, що приріст урожаю насіння соняшнику від використання мінерального удобрення $N_{16}P_{16}K_{16}$ + N_{46} (нітроамофос, 200 кг + сечовина, 75 кг) становить 1,66–1,72 т/га (281–322%), за застосування системи удобрення $N_{10}P_{26}K_{26}$ + N_{46} (діамофос, 200 кг + сечовина, 75 кг) – 287–328% та застосування P_5K_{55} + N_{46} (фосфорно-калійне добриво, 20 кг + сечовина, 75 кг) є найвищим і сягає 1,85–1,97 т/га залежно від варіантів досліду. Зазначено, що гібрид соняшнику Пегас поступався врожайністю гібриду Гранд Адмірал у всіх показниках досліду від форми мінеральних добрив до обробітку ґрунту та становить: за внесення $N_{16}P1_6K16$ + N_{46} – 0,66 т/га; $N_{10}P_{26}K_{26}$ + N_{46} – 0,39 т/га; P_5K_{55} + N_{46} – 0,38 т/га.

Ґрунти Лісостепу забезпечені вологою більш, ніж у Степу, проте характеризуються частковим дефіцитом фосфору і калію, про що свідчать численні наукові дослідження. У Північному та Західному Лісостепу головну дію справляє калій, на другому місці – фосфор. У північних лісостепових районах, на сірих опідзолених, підзолистих ґрунтах позитивним є внесення під соняшник калію на фоні азотно-фосфорних добрив, про що свідчать результати наукових досліджень. За даними Українського НДІ рослинництва, селекції і генетики саме норма $N_{60–80}P_{\ 60–80}K_{80–100}$ чи її варіації, які залежать від ґрунтово-кліматичних умов, забезпечує максимальний урожай в зоні Лісостепу, де лімітувальним фактором є вміст калію [33].

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макродобрив в діючій речовині залежно від типу грунтів становлять на чорнозему типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорнозему звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$. Точну кількість добрив встановлюють з урахуванням забезпеченості грунту рухомими сполуками поживних речовин за результатами діагностики або агрохімічної паспортизації, на основі даних виносу елементів живлення врожаєм і коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив. Для соняшнику важливим є рівномірний розподіл добрив по площі [34].

Використані елементи агротехніки можуть бути запропоновані для удосконалення екологічно безпечних технологій вирощування соняшника в агроформуваннях Правобережного Лісостепу України.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в Україні соняшник є основною олійною культурою. Соняшник є культурою вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості поживних речовин на протязі вегетаційного періоду.

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування соняшнику. Внесення мінеральних добрив збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин і відповідно збільшуються показники врожайності.

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макродобрив в діючій речовині залежно від типу грунтів становлять на чорнозему типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорнозему звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$.

Отже, науково обґрунтована система внесення мінеральних добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування соняшника та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пелех Л.В., Онуфрійчук О.М. Основні технологічні заходи при вирощувані соняшнику. *Аграрні інновації.* 2024. № 25. С. 43–49. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.7
2. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підруч. 5-те вид., виправ., доповн., дод. випуск. Львів: НВФ «Українські технології», 2021. 806 с.
3. Нечипоренко Н.І., Поспєлова Г.Д., Коваленко Н.П., Балим Б.В., Бузина О.С. Аналіз мікофлори насіння гібридів та сортів соняшника. *Scientific Progress & Innovations.* 2023. № 26 (1). С. 11–17. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.02
4. Гангур В.В., Космінський О.О. Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування соняшнику. *Scientific Progress & Innovations.* 2024. № 27 (1). С. 13–18. DOI:10.31210/spi2024.27.01.02
5. Одещина та Миколаївщина входять в топ 5 областей з найбільшими посівними площами під соняшником. URL: https://superagronom.com /news/17264-odeschina-ta-mikolayivschina-vhodyat-v-top-5-oblastey-z-naybilshimi-posivnimi-ploschami-pid-sonyashnikom (дата звернення: 25.12.2024).

6. Вожегова Р.А., Філіп´єв І.Д., Димов О.М., Гамаюнова В.В. Визначник симптомів нестачі чи надлишку елементів живлення за зовнішніми ознаками рослин: посібник. Херсон: Айлант, 2013. 92 с.
7. Іщенко В.А., Шкумат В.П. Ефективність посіву соняшнику із звуженими міжряддями при різній густоті стояння рослин. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2006. Вип. 1. С. 34–39.
8. Тараріко Ю.О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення с.-г. виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу. К. : Нора-Друк, 2002. 122 с.
9. Куліджанов Е.В., Голубченко В.Ф., Віляєва С.Д., Грицай Т.Л. Необхідність у моніторингу мінеральних добрив на вміст забруднюючих речовин. *Агроекологічний журнал.* 2022. № 2. С. 147–151. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330
10. Нікітчин Д.І. Олійні культури. ВПК «Запоріжжя». 1996. 256 с.
11. Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Носенко Ю.М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення. *Таврійський науковий вісник.* 2015. Вип. 94. С. 37–42.
12. Мінеральні добрива для зернових, кукурудзи, соняшника. Система Оптимум. URL: https://www.systopt.com.ua/ar-ticle-myneralnye-udobrenyya-dlya-zernovyh-kukuruzy-pod-solnechnyka (дата звернення: 12.01.2025).
13. Білоножко М.А. Рослинництво. К. Аграрна освіта. С. 249–265.
14. Patil, V.D., Bavalgave, V.G., Waghmare, M.S., Kagne, S.V., & Kesare, B.J. (2009). Effect offertilizer doseson yield and quality of sunflower hybrids. International Journalof Agricultural Science,5 (1), 40–42.
15. Kandil A.A., Sharief, A.E., &Odam, A.M.A. (2017). Response of some sunflower hybrids(Helianthus annuusL.) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB),2(6), 2978–2994.
16. Горбатюк Е.М. Біометричні показники гібридів соняшнику за різних строків сівби та ширини міжряддя. *Таврійський науковий вісник.* 2018. Вип. 104. т. 1. С. 35–40.
17. Седнецький В.М. Вплив гумінових препаратів на врожайність та якісні показники соняшнику в умовах Лісостепу західного. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2018. № 294. С. 32–41.
18. Зайцев О.М. Запровадження нових гібридів соняшнику – шлях до підвищення рентабельності сільськогосподарського виробництва. *Пропозиція.* 2002. № 8. С. 50–52.
19. Горбатюк Е.М. Біометричні показники гібридів соняшнику за різних строків сівби та ширини міжряддя. *Таврійський науковий вісник.* 2018. Вип. 104. т. 1. С. 35–40.
20. Кошовий В.О. Вплив режимів зрошення, добрив і густоти стояння рослин на урожайність та якісні показники соняшнику кондитерського напрямку. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса: ОДАУ, 2004. Вип. 26. Ч. 2. С. 49–54.
21. Osman, E.B.A., & Awed, M.M.M. (2010). Response of sunflower (Helianthus annuusL.) tophosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches,* 13 (1), 11–18.
22. Кравченко М.С., Царенко О. М., Міщенко Ю.Г. Практикум із землеробства: навч. посібн. Київ. Мета. 2003. 320 с.
23. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. К : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 376 с.
24. Юник А.В. Ефективність внесення добрив за вирощування високо олеїнового соняшнику на чорноземах типових мало гумусних. *Рослинництво та ґрунтознавство.* 2021. Вип. 12. № 1. С. 39–49.
25. Коваленко А. Оптимізація мінерального живлення соняшнику. *Пропозиція.* 2016. № 6. С. 62–64.
26. Піньковський Г.В., Мащенко Ю.В., Танчик С.П. Вплив елементів живлення на родючість грунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2019. Вип. 107. С. 145–150. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19
27. Григорів Я.Я. *Економічна ефективність вирощування соняшнику в умовах Прикарпаття України. Інновації в освіті, науці та виробництві.* Збірник матеріалів доповідей учасниківV міжнародної науково-практ. онлайн конф., м. Київ. 2021. С. 35–36.
28. Турчинов О.Є., Попов С.І. Реакція гібридів соняшнику різних груп стиглості на фони живлення. *Селекція і насінництво.* Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 1999. Вип. 82. С. 94–99.
29. Костромітін В.М., Скидан М.С. Вплив системи живлення на урожайність та якість насіння гібридів соняшнику в умовах східної частини Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони.* 2011. № 1. С. 107–111.
30. Маслійов С.В., Ярчук І.І., Степанов В.В., Шквар С.В. Вплив мінеральних добрив на ріст, розвиток та врожайність соняшнику в умовах Луганської області. *Вісник Харківського національного аграрного університету.* 2019. Вип. 2. С. 56–64.
31. Подопригора В.С., Верховський В.А. Агротехніка вирощування соняшнику. Дніпропетровськ: Промінь. 1994. 120 с.
32. Лябах С.В. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (Helianthus L.) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. *Агроекологічний журнал.* 2022. № 4. С. 130–135. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259
33. Юник. А., Трифоно І. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-z-unesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html (дата звернення 10.01.2025).
34. Система удобрення соняшнику. https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashniku/ (дата звернення 10.01.2025).

REFERENCES:

1. Pelekh L.V., Onufriichuk O.M. (2024), *Osnovni tekhnolohichni zakhody pry vyroshchuvani soniashnyku*. [Basic technological measures in sunflower cultivation]. *Ahrarni innovatsii.* № 25. P. 43–49. DOI: https://doi. org/10.32848/ agrar.innov.2024.25.7 [in Ukrainian].

2. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. (2021), Roslynnytstvo. *Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur* pidruch. *5-te vyd., vyprav., dopovn., dod. vypusk.* [New technologies for growing field crops: tutorial. 5th ed., corrections, additions, additions. Output.]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 806 p. [in Ukrainian].
3. Nechyporenko N.I., Pospielova H.D., Kovalenko N.P., Balym B.V., Buzyna O.S. (2023), *Analiz mikoflory nasinnia hibrydiv ta sortiv soniashnyka.* [Analysis of the mycoflora of seeds of sunflower hybrids and varieties]. *Scientific Progress & Innovations.* № 26 (1). P. 11–17. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.02 [in Ukrainian].
4. Hanhur V.V., Kosminskyi O.O. (2024), *Bioenerhetychna otsinka efektyvnosti riznykh rivniv mineralnoho zhyvlennia u tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku.* [Bioenergetic evaluation of the effectiveness of different levels of mineral nutrition in sunflower cultivation technology]. *Scientific Progress & Innovations.* № 27 (1). P. 13–18. DOI:10.31210/spi2024.27.01.02 [in Ukrainian].
5. *Odeshchyna ta Mykolaivshchyna vkhodiat v top 5 oblastei z naibilshymy posivnymy ploshchamy pid soniashnykom.* [Odesa and Mykolayiv are among the top 5 regions with the largest sunflower acreage]. URL: https://superagronom.com /news/ 17264-odeschina-ta-mikolayivschina-vhodyat-v-top-5-oblastey-z-naybilshimi posi vnimi-ploschami-pid-sonyashnikom (data zvernennia: 25.12.2024).
6. Vozhehova R.A., Filip´iev I.D., Dymov O.M., Hamaiunova V.V. (2013), *Vyznachnyk symptomiv nestachi chy nadlyshku elementiv zhyvlennia za zovnishnimy oznakamy roslyn: posibnyk* / [Determinant of symptoms of lack or excess of nutrients based on external signs of plants: manual]. Kherson: Ailant, 92 p. [in Ukrainian].
7. Ishchenko V.A., Shkumat V.P. (2006), *Efektyvnist posivu soniashnyku iz zvuzhenymy mizhriaddiamy pry riznii hustoti stoiannia roslyn.* [The efficiency of sunflower sowing with narrowed inter-row spacing at different plant stand densities]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria.* Vyp. 1. P. 34–39. [in Ukrainian].
8. Tarariko Yu.O. (2002), *Rozrobka gruntozakhysnykh resurso- ta enerhozberihaiuchykh system vedennia s.-h. vyrobnytstva z vykorystanniam kompiuternoho prohramnoho kompleksu*. [Development of soil-protecting, resource- and energy-saving management systems of rural areas. production using a computer software complex]. K. : Nora-Druk, 122 p. [in Ukrainian].
9. Kulidzhanov E.V., Holubchenko V.F., Viliaieva S.D., Hrytsai T.L. (2022), *Neobkhidnist u monitorynhu mineralnykh dobryv na vmist zabrudniuiuchykh rechovyn.* [The need to monitor mineral fertilizers for the content of pollutants]. *Ahroekolohichnyi zhurnal.* № 2. P. 147–151. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330 [in Ukrainian].
10. Nikitchyn D.I. (1996), *Oliini kultury.* [Oil crops]. VPK «Zaporizhzhia». 256 p. [in Ukrainian].
11. Kokovikhin S.V., Nesterchuk V.V., Nosenko Yu.M. (2015), *Produktyvnist ta yakist nasinnia hibrydiv soniashnyku zalezhno vid hustoty stoiannia roslyn ta udobrennia.* [Productivity and seed quality of sunflower hybrids depending on plant density and fertilization]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 94. P. 37–42. [in Ukrainian].
12. Mineralni dobryva dlia zernovykh, kukurudzy, soniashnyka. Systema Optymum. URL: https://www.systopt.com.ua/ar-ticle-myneralnye-udobrenyya-dlya-zernovyh-kukuruzy-pod-solnechnyka [in Ukrainian] (data zvernennia: 12.01.2025).
13. Bilonozhko M.A. (2001), Roslynnytstvo. [*Crop production*]. K. Ahrarna osvita. P. 249–265. [in Ukrainian].
14. Patil, V.D., Bavalgave, V.G., Waghmare, M.S., Kagne, S.V., & Kesare, B.J. (2009). Effect offertilizer doseson yield and quality of sunflower hybrids. *International Journalof Agricultural Science*, 5 (1), 40–42.
15. Kandil A.A., Sharief, A.E., &Odam, A.M.A. (2017). Response of some sunflower hybrids (Helianthus annuusL.)to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB*), 2(6), 2978–2994. doi:10.22161/ijeab/2.6.26 [in Ukrainian].
16. Horbatiuk E.M. (2018), *Biometrychni pokaznyky hibrydiv soniashnyku za riznykh strokiv sivby ta shyryny mizhriaddia.* [Biometric indicators of sunflower hybrids at different sowing dates and row widths]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 104. t. 1. P. 35–40. [in Ukrainian].
17. Sednetskyi V.M. (2018), *Vplyv huminovykh preparativ na vrozhainist ta yakisni pokaznyky soniashnyku v umovakh Lisostepu zakhidnoho.* [The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo*. № 294. P. 32–41. [in Ukrainian].
18. Zaitsev O.M. (2002), *Zaprovadzhennia novykh hibrydiv soniashnyku – shliakh do pidvyshchennia rentabelnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva.* [The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Propozytsiia.* № 8. P. 50–52. [in Ukrainian].
19. Horbatiuk E.M. (2018), *Biometrychni pokaznyky hibrydiv soniashnyku za riznykh strokiv sivby ta shyryny mizhriaddia.* [Biometric indicators of sunflower hybrids at different sowing dates and row widths]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Vyp. 104. t. 1. P. 35–40. [in Ukrainian].
20. Koshovyi V.O. (2004), *Vplyv rezhymiv zroshennia, dobryv i hustoty stoiannia roslyn na urozhainist ta yakisni pokaznyky soniashnyku kondyterskoho napriamku.* [The influence of irrigation regimes, fertilizers and plant density on yield and quality indicators of confectionery sunflower]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria*. Odesa: ODAU, Vyp. 26. Ch. 2. P. 49–54. [in Ukrainian].
21. References Osman, E.B.A., & Awed, M.M.M. (2010). Response of sunflower (Helianthus annuusL.) tophosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches,* 13 (1), 11–18.
22. Kravchenko M.S., Tsarenko O. M., Mishchenko Yu.H. (2003), *Praktykum iz zemlerobstva: navch. posibn*. [Practicum in agriculture: training. manual]. Kyiv. Meta. 320 p. [in Ukrainian].
23. Hospodarenko H.M. (2018), *Systema zastosuvannia dobryv.* [Fertilizer application system]. K : TOV «SIK HRUP UKRAINA», 376 p. [in Ukrainian]
24. Yunyk A.V. (2021), *Efektyvnist vnesennia dobryv za vyroshchuvannia vysoko oleinovoho soniashnyku na chornozemakh typovykh malo humusnykh.* [Fertilizer efficiency for growing high-oleic sunflower on typical low-humus chernozems]. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo.* Vyp. 12. № 1. P. 39–49. [in Ukrainian].

25. Kovalenko A. (2016), *Optymizatsiia mineralnoho zhyvlennia soniashnyku.* [Fertilizer efficiency for growing high-oleic sunflower on typical low-humus chernozems]. *Propozytsiia.* № 6. P. 62–64. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19 [in Ukrainian].
26. Pinkovskyi H.V., Mashchenko Yu.V., Tanchyk S.P. (2019), *Vplyv elementiv zhyvlennia na rodiuchist hruntu ta produktyvnist soniashnyku v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy.* [The influence of nutrients on soil fertility and sunflower productivity in the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 107. P. 145–150. [in Ukrainian].
27. Hryhoriv Ya.Ia. (2021), *Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia soniashnyku v umovakh Prykarpattia Ukrainy. Innovatsii v osviti, nautsi ta vyrobnytstvi.* [Economic efficiency of sunflower cultivation in the Carpathian region of Ukraine. Innovations in education, science and production]. Zbirnyk materialiv dopovidei uchasnykiv V mizhnarodnoi naukovo-prakt. onlain konf., m. Kyiv. P. 35–36. [in Ukrainian].
28. Turchynov O.Ie., Popov S.I. (1999), *Reaktsiia hibrydiv soniashnyku riznykh hrup styhlosti na fony zhyvlennia.* [Reaction of sunflower hybrids of different maturity groups to nutritional backgrounds]. *Selektsiia i nasinnytstvo.* Kharkiv: IR im. V.Ia. Yurieva, Vyp. 82. P. 94–99. [in Ukrainian].
29. Kostromitin V.M., Skydan M.S. (2011), *Vplyv systemy zhyvlennia na urozhainist ta yakist nasinnia hibrydiv soniashnyku v umovakh skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy.* [The influence of the feeding system on the yield and seed quality of sunflower hybrids in the conditions of the eastern part of the forest-steppe of Ukraine]. *Biuleten Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony.* № 1. P. 107–111. [in Ukrainian].
30. Masliiov S.V., Yarchuk I.I., Stepanov V.V., Shkvar S.V. (2019), *Vplyv mineralnykh dobryv na rist, rozvytok ta vrozhainist soniashnyku v umovakh Luhanskoi oblasti.* [The influence of mineral fertilizers on the growth, development and yield of sunflower in the conditions of Luhansk region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu.* Vyp. 2. P. 56–64. [in Ukrainian].
31. Podoprigora, V.S., & Verhovskij, V.A. (1994). Agrotehnika vyrashivaniya podsolnechnika. Dnepropetrovsk: Promin 120 p. [In Ukrainian].
32. Liabakh S.V. (2022), *Vplyv sposobu obrobitku gruntu ta systemy udobrennia na vrozhainist soniashnyku (Helianthus L.) za vyroshchuvannia v umovakh Tsentralnoho Polissia Ukrainy.* [The influence of the soil tillage method and fertilization system on the yield of sunflower (Helianthus L.) when grown in the conditions of the Central Polissia of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal.* № 4. P.130-135. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259 [in Ukrainian].
33. Yunik A., Trifono I. *Commendationes applicandi fertilizers secundum experientiam praediorum practicam.* [Recommendations for applying fertilizers based on the practical experience of farms]. (data zvernennia: 10.01.2025). [in Ukrainian].
34. *Helianthus systematis fecundationis.* [Sunflower fertilization system]. https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashniku/ (data zvernennia: 10.01.2025). [in Ukrainian].

Шкатула Ю.М., Кравець А.О. Мінеральне живлення соняшнику в агроекологічному контексті

Метою дослідження є аналіз особливостей соняшнику до мінерального живлення, впливу системи удобрення на продуктивність культури в умовах зміни клімату.

Результати досліджень. Соняшник – культура помірної зони та є досить пластичною до погодних та ґрунтових умов. В умовах зміни клімату, зокрема посилення його посушливості, вирощування соняшнику набуває ще більших перспектив. Дана культура, завдяки потужній, глибоко проникаючій кореневій системі і за посушливих умов періоду вегетації, забезпечує себе вологою та елементами мінерального живлення в обсягах достатніх для формування помірної врожайності насіння.

Норми внесення мінеральних добрив краще встановлювати за агрохімічними картограмами. Соняшник використовує велику кількість калію. Проте, незважаючи на високий винос цього елементу, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив. Деякі вчені наводять дані, що за умови інтенсивної технології його вирощування, поряд із застосуванням мінеральних добрив під основний обробіток грунту ($N_{40}P_{60}$) і за умови внесення в рядки при сівби ($N_{10}P_{10}$) є високоефективним додаткове внесення добрив локально-стрічковим способом навесні до посіву на глибину 10–12 см.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в Україні соняшник є основною олійною культурою. Соняшник є культурою вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості поживних речовин на протязі вегетаційного періоду.

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування соняшнику. Внесення мінеральних добрив збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин і відповідно збільшуються показники врожайності.

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макродобрив в діючій речовині залежно від типу грунтів становлять на чорнозему типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорнозему звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$.

Отже, науково обґрунтована система внесення мінеральних добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування соняшника та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

Ключові слова: соняшник, клімат, грунт, мінеральне живлення, норма, насіння, урожайність.

Shkatula Yu.M., Kravets A.O. Mineral nutrition of sunflower in an agroecological context

The purpose of the study is to analyze the characteristics of sunflower with regard to mineral nutrition, the influence of the fertilization system on the productivity of the crop under conditions of climate change.

Research results. Sunflower is a temperate crop and is quite adaptable to weather and soil conditions. In the context of climate change, in particular its increasing aridity,

sunflower cultivation is gaining even greater prospects. Thanks to its powerful, deep-penetrating root system and dry growing season conditions, this crop provides itself with enough moisture and mineral nutrients to generate moderate seed yields.

It is better to set mineral fertiliser application rates based on agrochemical cartograms. Sunflower uses a large amount of potassium. However, despite the high removal of this element, sunflower on chernozem soils requires more nitrogen and phosphorus fertilisers. Some scientists report that, given intensive cultivation techniques, along with the use of mineral fertilisers for basic tillage ($N_{40}P_{60}$) and when applied to the rows during sowing ($N_{10}P_{10}$), additional fertilisation by localised banding in the spring before sowing to a depth of 10–12 cm is highly effective.

Conclusions. The analysis of the literature shows that sunflower is the main oilseed crop in Ukraine. Sunflower is a crop that is demanding to technological and climatic conditions of cultivation and requires a significant amount of nutrients during the growing season.

The nutritional background is one of the most important elements in sunflower cultivation technology. The application of mineral fertilisers increases the content of mineral nutrients available to plants in the soil. This changes the chemical composition of the soil, its physical and other properties. Improved mineral nutrition has a positive effect on photosynthesis, improves plant growth and increases yields.

The sunflower fertilisation system consists of three methods: main, line and top dressing. The recommended approximate rates of macrofertilisers in the active ingredient, depending on the soil type, are $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ kg/ha on typical black soil, $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ kg/ha on dark grey and grey forest soil, and $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$ kg/ha on ordinary and southern black soil.

Thus, a scientifically based system of mineral fertiliser application performs the most important functions in the agrotechnology of sunflower cultivation and contributes to high yields of this crop.

Key words: sunflower, climate, soil, mineral nutrition, rate, seeds, yield.

УДК 635.649: 631.559: 631.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.37

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ ПОМІДОРА ЇСТІВНОГО (SOLANUM LYCOPERSICUM L.)

ЮРЧЕНКО С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-5812-3877
Полтавський державний аграрний університет
БАГАН А.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8851-5081
Полтавський державний аграрний університет
ШАКАЛІЙ С.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4568-1386
Полтавський державний аграрний університет
ГОДУНОК А.Д. – студент магістратури
orcid.org/0009-0009-4356-5371
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Сучасне овочівництво охоплює ретельне вивчення біологічних характеристик культур, створення новітніх технологій вирощування, а також вдосконалення методів селекції та насінництва, спрямованих на забезпечення високих і стабільних врожаїв разом із покращенням якості продукції [5].

Сьогодні все більшого поширення набувають мікродобрива, які містять як макро-, так і мікроелементи. Це спричинило пошук альтернативних джерел живлення рослин із залученням екологічно безпечних мікродобрив на основі комплексонатів (хелатів) металів. Такі добрива виготовляються шляхом поєднання катіонів металів з молекулами органічних кислот, у результаті чого утворюються стійкі сполуки – хелати. Доведено, що хелати, які є солями органічних кислот, мають високу біологічну активність, що робить їх ефективними у підвищенні засвоєння рослинами поживних речовин [7].

Актуальним завданням сьогодення є розробка нових технологій і вдосконалення існуючих методів вирощування помідора їстівного у відкритому ґрунті для забезпечення стабільних і високих врожаїв.

Одним із ключових елементів технології вирощування помідора їстівного є оптимальна схема удобрення. Забезпечення рослин необхідними макро- та мікроелементами відіграє важливу роль у підвищенні врожайності та забезпеченні високої якості плодів. Вихід на ринок нових мікродобрив вимагає проведення досліджень, спрямованих на оцінку їх впливу на врожайність і якість продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виробництво овочів, особливо помідора їстівного, має велике значення, оскільки це найпопулярніша овочева культура у світі. Щороку у світі вирощується приблизно 180 млн. тонн свіжих помідорів, що становить близько 20 % від загального обсягу овочевої продукції. В Україні ця культура також займає важливе місце – на її частку припадає найбільший обсяг у структурі фонду споживання овочів та фруктів, що становить 40–45 кг на особу [4].

Для нормального розвитку і проходження всіх процесів життєдіяльності рослини помідора їстівного потребують збалансованого надходження різних мікро- і макроелементів. Брак живлення спричиняє ослаблення кущів, зменшення кількісті і розміру та низькі смакові характеристики плодів, навіть якщо сорт був багатообіцяючим.

Достатня кількість азоту у фазі активного росту аж до періоду зав'язування суцвіть сприяє нарощуванню зеленої маси, формуванню міцних стебел і потужної фотосинтезуючої листової поверхні. Водночас надходження азоту потрібно обмежити у фазі бутонізації. В іншому разі, кущі продовжуватимуть нарощувати листкову масу замість суцвіть, з яких пізніше з'являться плоди. Фосфор – основний елемент для квітучої і плодоносної рослини, він забезпечує гармонійний клітинний обмін. Але і в період вегетативного росту в невеликих кількостях фосфор потрібен, оскільки без нього погано засвоюється азот. Калій відповідає за вуглеводний баланс і засвоєння інших елементів, а з початком плодоношення допомагає перенаправити вуглеводний потік від листків до плодів. Сірка виступає стабілізатором синтезу білків. Міді та бору потрібно зовсім мало. Але без першого елементу квітконоси перестануть розвиватися, а без другого не зав'яжуться плоди. Крім цих мікроелементів, рослини помідора їстівного потребують цинку, молібдену, кальцію, магнію, марганцю і ще широкої низки інших мікроелементів [3, 9, 11, 12].

Для ефективного підживлення рослин помідора їстівного бором, кобальтом та іншими мікроелементами використовують комплексний підхід, що включає основне внесення добрив, обробку насіння та позакореневе підживлення. Це сприяє підвищенню урожайності та покращенню якості плодів [6].

Позакореневе підживлення рослин помідора їстівного є ефективним і швидкодіючим способом забезпечення рослин необхідними елементами живлення. Цей метод дозволяє оперативно усувати дефіцит поживних речовин, особливо у критичні фази розвитку рослин [9].

Позакореневе (листкове) підживлення – це важливий елемент агротехніки, який не замінює основного удобрення, а доповнює його за умов: нестачі певних елементів живлення через низьку засвоюваність із ґрунту; високої потреби рослин у певні фази росту; необхідності подолання стресів (посуха, низька температура

тощо); стимуляції засвоєння інших елементів живлення; покращення якості та кількості врожаю [10, 16].

Ефективність позакореневого підживлення значно вища порівняно з кореневим. Елементи, такі як азот, калій і сірка, засвоюються у 4–6 разів швидше, фосфор – у 20 разів, а залізо – у 100 разів швидше. За допомогою листкового підживлення можна швидко відновити живлення рослин, особливо під час стресових умов (посуха, низька температура тощо). Позакореневе підживлення дозволяє повністю задовольнити потребу рослин у мікроелементах, що робить його у кілька разів ефективнішим за внесення мікродобрив у ґрунт. Забезпечується рівномірне нанесення добрив на листкову поверхню, що сприяє оптимальному засвоєнню елементів живлення. Елементи живлення, такі як азот, фосфор і калій, при внесенні у ґрунт часто переходять у форми, недоступні для кореневої системи. У позакореневому підживленні ці втрати мінімізуються [13].

Швидкість поглинання залежить від типу елемента. Найшвидше засвоюються азот, калій, цинк (протягом доби), повільніше – фосфор, кальцій, бор (до 7 діб). Елементи поділяються за ступенем міграції в рослині: високий ступінь міграції: (азот, фосфор, калій), середній ступінь (магній, цинк, манган), низький ступінь (бор, кальцій, сірка) [9].

Також, ефективність позакореневого підживлення залежить від погодних умов, зокрема вологості та температури повітря та ґрунту, рівня забезпеченості рослин основними елементами живлення.

Слід відмітити, що для досягнення максимального ефекту рекомендується проводити підживлення 2–3 рази на ранніх стадіях розвитку рослин [1].

На сьогодні пропонується велике різноманіття добрив для проведення позакореневого підживлення овочевих культур. Всі водорозчинні добрива поділяються на дві групи: фертигатори і для листкових підживлень. Добрива фертигатори використовуються здебільшого для краплинного зрошування, адже залишають сольовий наліт на листках, який легко здувається вітром. Добрива для листкового підживлення представляють собою спеціально розроблені водорозчинні добрива, які забезпечують оптимальне засвоєння елементів живлення [4].

Хелатні мікродобрива є важливим інструментом у сільському господарстві для підвищення ефективності живлення рослин, зокрема огірків. Вони дозволяють значно поліпшити доступність мікроелементів для рослин, що є критично важливим у періоди стресу або дефіциту певних елементів живлення.

Хелатоутворювачі забезпечують мікроелементи у доступній для рослин формі, що сприяє майже повному засвоєнню внесених елементів. Це дозволяє значно зменшити норми внесення порівняно з традиційними солями цих елементів [8, 15].

Завдяки здатності хелатних сполук утримувати мікроелементи у розчинній формі, рослини здатні поглинати більшу частину внесених речовин. Це дозволяє знижувати витрати на добрива та зменшувати ризик забруднення навколишнього середовища. Більшість хелатних добрив містять прилипачі, які не шкодять рослинам. Вони допомагають мікроелементам краще проникати в клітини рослин, а також покращують процеси обміну речовин, розширюючи міжклітинний простір [7, 8].

У зв'язку з цим актуальним є вивчення ефективності існуючих препаратів для позакореневого підживлення, що може стати ключовим фактором у підвищенні продуктивності вирощування помідора їстівного.

Мета статті. Встановлення закономірностей формування урожайності помідора їстівного залежно від сортових властивостей та позакореневого підживлення мікродобривом.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження з вивчення впливу позакореневого підживлення на формування урожайності сортів помідора їстівного проводилися в умовах Полтавського району Полтавської області.

Польові дослідження проводили упродовж 2023–2024 рр. згідно з методики дослідної справи в овочівництві і баштанництва [2]. Всі фактори в досліді максимально подібні. Дослід закладено на одному полі з вирівняним рельєфом. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малоґумусний, який характеризується наступними агрохімічними показниками: вміст ґумусу в орному шарі (0–20 см) 3,9–4,0 %; азоту, що легко гідролізується – 5,7–6,3 мг/100 г ґрунту (за Тюріним та Кононовою); P2O5 в оцтовокислій витяжці – 11,4–12,2 мг/100 г ґрунту (за Чириковим); обмінного калію – 17,2–17,3 мг/100 г ґрунту (за Масловою), pH сольової витяжки – 6,6. Щільність ґрунту – 1,05–1,17 г/см^3.

Метеорологічні умови у роки досліджень суттєво різнилися, що позначилося на ріст і розвиток рослин сортів помідора їстівного, а отже і на їх рівень врожайності. Однак, це дало можливість більш повно виявити особливості реакції досліджуваних сортів на позакореневе підживлення та умови вирощування в даній ґрунтово-кліматичній зоні.

Об'єкт досліджень вивчали за схемою двофакторного досліду. Фактор А – сорти помідора їстівного: Гейзер, Карась (ранньостиглі, детермінантні), Красень, Елеонора (середньоранні, детермінантні). Фактор В – варіанти обробки рослин мікродобривом Anorel Complex Micro:

1 – Контроль (без обробки);

2 – Одноразова обробка мікродобривом у фазі початку бутонізації;

3 – Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб);

4 – Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб).

Anorel Complex Micro – кристалічне водорозчинне мікродобриво, до складу якого входить суміш хелатів: оксид сірки – 11,1 %, оксид магнію – 5,5 %, залізо – 2,0 %, марганець – 2,0 %, цинк – 3,0 %, мідь – 3,0 %, бор – 2,0 %, молібден – 0,2 %. Рекомендоване для корекції та запобігання дефіциту елементів живлення в якості позакореневого підживлення та для передпосівної обробки насіння.

Для позакореневого підживлення згідно схеми досліду використовували 0,5 % робочий розчин з розрахунку 1 кг/га. Обробку рослин проводили о 6 годині

ранку використовуючи акумуляторний обприскувач Karcher PSU 4-18 (1.445-300.0).

Досліджувані сорти помідора звичайного вирощували розсадним способом. Розсаду вирощували у науково-навчальній лабораторії технологій захищеного ґрунту Полтавського державного аграрного університету. Для цього використовували пластикові касети з площею живлення 36 см^2. Насіння висівали в касети 15 березня. У відкритий ґрунт розсаду висаджували в 2 декаді травня. Розсада віком 1,5 місяці висотою 25–30 см мала 5–6 справжніх листків. Схема посадки 40х50 см, густота 50 тис., рослин на 1 га.

Розмір облікової ділянки для одного варіанта становив 3,5 м², а кількість облікових рослин у кожному варіанті складала 20 екземплярів. Ділянки в досліді розміщені були методом рендомізації в чотириразовій повторності.

Технологія вирощування сортів помідора їстівного здійснювалася відповідно до рекомендацій Інституту овочівництва та баштанництва НААН. У ході досліджень проводили біометричні вимірювання, що включали довжину центрального стебла, діаметр стебла та площу листової поверхні.

Площу листків визначали методом «висічок» згідно з методикою, запропонованою Г.Л. Бондаренком і К.І. Яковенком. Загальна врожайність плодів розраховувалася на основі зборів, які проводили як у стадії технічної, так і біологічної стиглості. Якість врожаю томатів визначали кількістю і відсотком стандартних плодів від загального врожаю.

Отримані дані підлягали статистичній обробці за допомогою програми 'Statistica 6,0'. Застосовували кореляційний і дисперсійний аналізи [14].

Результати досліджень. Формування високої урожайності є наслідком проходження процесу фотосинтезу, в результаті якого прості речовини перетворюються на складні та різноманітні за хімічним складом органічні сполуки. Листок є одним з основних органів у рослині, де відбувається процес фотосинтезу, однак частково цю функцію виконують зелені стебла та суцвіття на початку утворення. Інтенсивність накопичення органічної речовини залежить від площі асиміляційної поверхні рослини, яка визначається біометричними параметрами рослин і залежить від режиму живлення. Основні біометричні показники рослин помідора їстівного у фазу масового плодоношення представлені в таблиці 1.

Довжина центрального стебла варіювала від 42,9 см до 66,7 см. Серед досліджуваних сортів найбільшу довжину центрального стебла мав сорт Елеонора, середнє значення якого складало 63,8 см, а найменшу – сорт Карась, середнє значення якого було на рівні 47,7 см. Застосування позакореневого підживлення мікродобривом дало позитивний ефект по всім варіантам, але суттєве збільшення було відмічено за дво – і триразової обробки рослин розчином Anorel Complex Micro, яке складало у сорту Гейзер – 11,2 і 13,6 см, у сорту Красень 10 см, 13,4 см, у сорту Елеонора – 9,3 см і 9,9 см відповідно.

Слід відмітити, що у сорту Карась суттєве збільшення довжини центрального стебла було відмічено у варіанті з трьох разовим позакореневим підживленням і склало 8,3 см.

Товщина стебла рослин помідора звичайного варіювала від 1,3 до 1,7 см. Дія позакореневого підживлення

Таблиця 1

Біометричні показники рослин помідора їстівного у фазу масового плодоношення, (середнє за 2023–2024 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Довжина центрального стебла, см	Діаметр стебла, см	Площа листової поверхні, см²/рослин
Гейзер	**1***	49,8	1,3	3567
	2*	53,5	1,5	3776
	3*	61,0	1,6	3809
	4*	63,4	1,6	3865
Карась	**1***	42,9	1,4	3381
	2*	47,3	1,6	3452
	3*	49,5	1,6	3498
	4*	51,2	1,7	3507
Красень	**1***	53,4	1,5	3543
	2*	58,3	1,7	3602
	3*	63,4	1,7	3653
	4*	66,8	1,7	3676
Елеонора	**1***	57,2	1,4	3613
	2*	63,5	1,6	3663
	3*	66,5	1,7	3700
	4*	67,1	1,7	3726
$НІР_{0,05}$		7,3	0,24	96

Примітка: 1 – Контроль (без обробки);*

2 – Одноразова обробка мікродобривом у фазі початку бутонізації;*

3 – Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб);*

4 – Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб).*

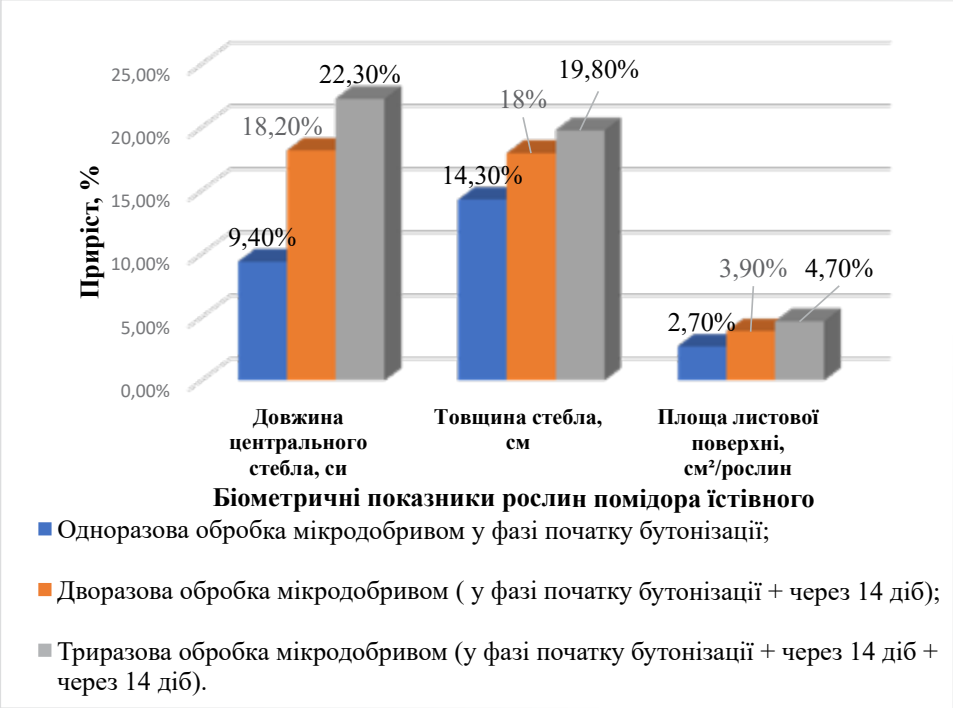


Рис. 1. Приріст біометричних показників сортів помідора їстівного у варіантах із застосуванням позакореневого підживлення (2023–2024 рр.)

мікродобривом мала позитивний ефект на товщину стебла, збільшення якої варіювало від 02 до 0,3 см.

У фазі активного плодоношення площа листків збільшується, адже зростають параметри рослин та їх вегетативна маса. Під час вирощування сортів помідора їстівного площа листків носила змінну величину і залежала від сортових властивостей, погодних умов в даний період та варіанту застосування позакореневого підживлення. Площа листкової поверхні варіювала від 3381 см^2 до 3726 см^2. Найбільшу площу було одержано у варіанті з триразовим підживленням рослин сорту Елеонора. Найменше – у контрольному варіанті сорту Карась. Суттєве збільшення площі листової поверхні, відносно контролю було відмічено у варіантах дворазового і триразового застосування підживлення і варіювало від 110 до 298 см^2.

Отже, позакореневе підживлення рослин мікродобривом Anorel Complex Micro позитивно вплинуло на формування основних біометричних параметрі рослин помідора звичайного у фазі активного плодоношення. Зокрема, за одноразової обробки мікродобривом у фазі початку бутонізації було виявлено збільшення довжини центрального стебла на 9,4 %, товщини на 14,3 %, площі листкової поверхні на 2,7 %. Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) сприяла збільшенню довжини центрального стебла на 18,2 %, товщини на 18,0 %, площі листкової поверхні на 3,9 %. Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) забезпечила збільшення довжини центрального стебла на 22,3 %, товщини на 19,8 %, площі листкової поверхні на 4,7 %.

Урожайність є головним показником, який при порівнянні вказує на ефективність досліджуваного фактору і визначається масою господарсько корисної продукції з одиниці площі. Урожайність помідора їстівного залежить від багатьох факторів: біологічних властивостей сортів, посівних і сортових якостей насіння, різних агроекологічних умов, агротехнічних прийомів, тощо.

У роки досліджень урожайність сортів помідора їстівного варіювала в досить широких межах: 46,2 т/га до 58,6 т/га. В розрізі років найбільшу врожайність плодів було зафіксовано у 2023 році (середнє значення по досліду складало 52,8 т/га), а найнижчу – у 2024 році (середнє значення по досліду складало 50,8 т/га) (табл. 2). Це можна пояснити погодно-кліматичним факторами, які були аномально посушливими у період вегетації рослин у 2024 році, та помірно вологими у 2023 році.

За результатами проведених польових досліджень, було також встановлено, що поряд із агротехнічними заходами і погодними умовами, сорт відіграє важливу роль у формуванні врожайності плодів помідора їстівного. Найбільш урожайним за даних умов був сорт Елеонора (55,2 т/га), а найменшу урожайність мав сорт Карась (49,9 т/га).

Слід відмітити, що ефективність досліджуваного агрозаходу була відмічена в несприятливому 2024 році. Приріст урожайності за одноразової обробки мікродобривом у фазі початку бутонізації складав 9,2 %, за дворазової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) – 13,3 %, а триразової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) – 14,9 %. Тоді як в 2023 році приріст урожайності за одноразової обробки мікродобривом

Таблиця 2

Урожайність сортів помідора звичайного залежно від позакореневого підживлення, 2023–2024 рр., т/га

Сорт	Варіант обробки	Роки		Середня за 2023-2024 рр.	Приріст до контролю	
		2023	2024		т/га	%
Гейзер	1*	48,6	46,2	48,6	-	-
	2*	49,2	48,4	49,2	1,9	4,05
	3*	52,4	49,7	52,4	4,15	8,85
	4*	52,9	50,1	52,9	4,6	9,81
Карась	1*	47,2	44,3	47,2	-	-
	2*	48,4	46,8	48,4	2,35	5,19
	3*	51,8	49,1	51,8	5,2	11,49
	4*	52,4	50,8	52,4	6,35	14,03
Красень	1*	51,3	50,6	51,3	-	-
	2*	54,2	54,1	54,2	4,2	8,41
	3*	56,8	55,9	56,8	6,4	12,81
	4*	57,1	56,3	57,1	6,75	13,51
Елеонора	1*	52,3	51,3	52,3	-	-
	2*	54,2	54,4	54,2	3,5	6,89
	3*	58,4	56,7	58,4	6,75	13,29
	4*	58,6	57,1	57,85	7,05	13,88
$НІР_{0,05}$		5,1	5,6	-	-	-

Примітка: 1 – Контроль (без обробки);*
2 – Одноразова обробка мікродобривом у фазі початку бутонізації;*
3 – Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб);*
4 – Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб).*

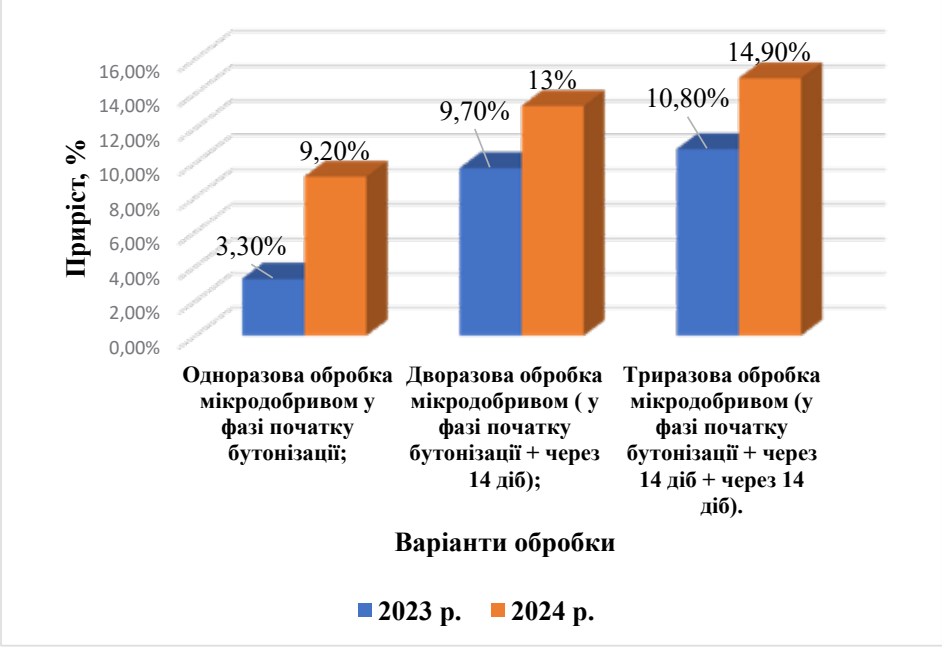


Рис. 2. Приріст урожайності сортів помідора їстівного у варіантах із застосуванням позакореневого підживлення (2023–2024 рр.)

у фазі початку бутонізації складав 3,3 %, за дворазової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) – 9,7 %, а триразової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) – 10,8 % (рис. 2).

Середня маса плоду варіювала залежно від сорту та варіанту застосування мікродобрива в межах від 64,5 г до 125,3 г. Максимальна середня маса одного плоду спостерігалася у сорту Карась (99,7–125,3 г). Мінімальну середню масу одного плоду було відмічено

Таблиця 3

Характеристика елементів продуктивності сортів помідора їстівного залежно від позакореневого підживлення,(середнє за 2023–2024 рр.)

Сорт	Варіант обробки	Середня маса плоду, г	Кількість плодів з рослини, шт.	Вихід стандартної продукції, %
Гейзер	1*	72,6	12,4	77,4
	2*	77,3	15,2	81,7
	3*	81,6	16,1	82,3
	4*	84,4	16,4	82,6
Карась	1*	99,7	11,3	79,4
	2*	108,8	14,5	82,4
	3*	121,3	16,2	84,6
	4*	125,3	16,7	84,9
Красень	1*	64,5	15,2	78,2
	2*	71,3	17,4	82,5
	3*	78,2	19,3	83,8
	4*	80,1	20,1	85,4
Елеонора	1*	73,5	16,4	82,3
	2*	76,3	20,2	85,6
	3*	79,1	22,6	86,2
	4*	82,6	23,2	86,7
$НІР_{0,05}$		6,4	4,7	3,8

Примітка: 1 – Контроль (без обробки);*
2 – Одноразова обробка мікродобривом у фазі початку бутонізації;*
3 – Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб);*
4 – Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб).*

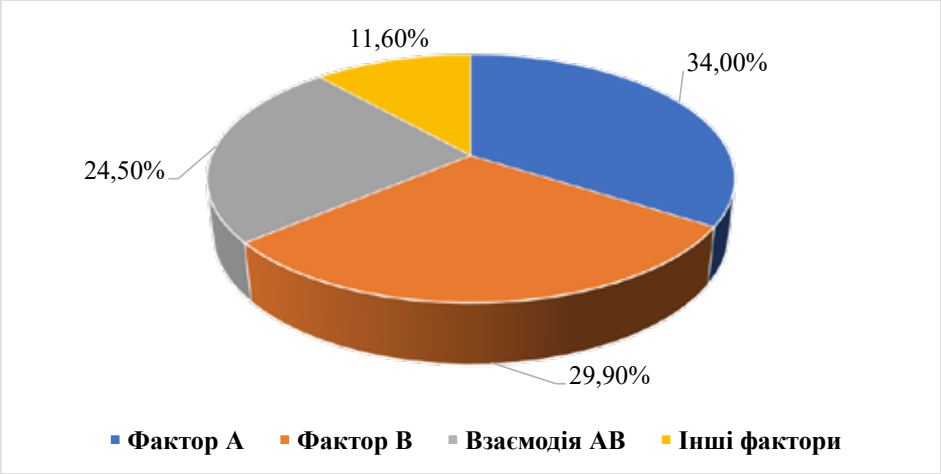


Рис. 3. Частка впливу досліджуваних факторів на урожайність помідора їстівного: фактор А – особливості сорту, фактор В – варіанти позакореневого підживлення

у сорту Красень (64,5–80,1 г). Застосування позакореневого підживлення позитивно вплинуло на крупність плодів помідора їстівного. Зокрема, за одноразової обробки мікродобривом у фазі початку бутонізації приріст маси одного плоду складав – 7,49 %, за дворазової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) – на 15,7 %, за триразової обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) – на 19,6 %.

Кількість плодів на рослині варіювала від 11,3 шт., до 23,2 шт. Найбільша кількість плодів з рослини була відмічена у сорту Елеонора (16,4–23,2 шт.), найменша у сорту Карась (11,3–16,7 шт.). Збільшення кількості плодів на рослині прослідковувались наступним чином: за одноразової обробки мікродобривом у фазі початку бутонізації – на 22,1 %, за дворазової обробки мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) – на 34,5 %, за триразової обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) – на 38,4 %.

Вихід стандартної продукції плодів помідора варіював від 77,4 % до 86,7 %. Найбільше стандартних плодів

було одержано за вирощування сорту Елеонора з триразовим застосуванням позакореневого підживлення (86,7 %).

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу встановлено, що найбільший істотний вплив на формування урожайності помідора їстівного мав фактор А (особливості сорту), частка впливу складала 34,0 %, тоді як частка впливу фактору В (варіанти позакореневого підживлення) складала 29,9 %. Зафіксовано суттєвий вплив взаємодії досліджуваних факторів – 24,5 %, та інших факторів – 11,6 % (рис. 3).

Висновки:

1. Аналізуючи окремі біометричні параметри рослин у фазі активного плодоношення було встановлено позитивний вплив позакореневого підживлення мікродобривами на їх формування.

2. Серед досліджуваних сортів помідора їстівного найбільш урожайним виявився сорт Елеонора, середня урожайність по досліду складала 55,2 т/га.

3. З отриманих результатів досліджень прослідковується позитивний вплив позакореневого підживлення мікродобривом Anorel Complex Micro на формування урожайності сортів помідора звичайного. Зокрема, за одноразової обробки мікродобривом у фазі початку бутонізації було виявлено збільшення урожайності на 6,13 %. Дворазова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) сприяла збільшенню урожайності на 11,6 %. Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) забезпечила збільшення урожайності на 12,8 %.

4. Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу позакореневого підживлення мікродобривами на якість плодів помідора їстівного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Барабаш О. Ю., Тараненко Л. К., Сич З. Д. Біологічні основи овочівництва:
2. навчальний посібник / за ред. О. Ю. Барабаша. К.: Арістей, 2005. 348 с.
3. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві баштанництві. 3 вид. Харків: Основа, 2001. 369 с.
4. Буйна О.І., Буйний О.В., Рогач В.В., Кур'ята В.Г. Вплив регуляторів росту з протилежним напрямом дії на морфогенез, листковий апарат та продуктивність томатів. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 1. С. 14–24.
5. Губкіна Л. О., Божок Ю. О. Дроща М. В. Урожайність і якість помідора залежно від густоти рослин та способів зрошення. *Сортовивчення та охорона на сорти рослин.* 2012. № 3. С. 28–31.
6. Корнієнко С. І., Рудь В. П., Кіях О. О. Терьохіна Л. А. Концептуальні основи розвитку овочівництва та забезпечення продовольчої безпеки. *Овочівництво і баштанництво*. 2012. Вип. 58. С. 7–17.
7. Куц О.В., Парамонова Т.В., Головко М.О. Позакореневі підживлення комплексними добривами в системі удобрення томата. *Овочівництво і баштанництво.* Х., 2012. Вип.58. С. 208–216.
8. Мельник, В., Романашенко, О., Циганенко, М., Фесенко, Г., Калюжний, О., Качанов, В. і Романашенко, І. (2020) Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. *Інженерія природокористування»*, (3(17), с. 29–34.
9. Логінова І.В. Ефективність різних форм і способів внесення мікроелементів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2014. Вип. 195 (1). С. 71–78.
10. Прісс О. П., Жукова В. Ф., Залежність урожайності та показників якості плодів томата від погодних умов. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* № 1 2013. С. 49–51.
11. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агробізнес сьогодні.* 2012. № 6 (229). С. 45–47.
12. Сєвідов В.П. Оцінка впливу позакореневого підживлення препаратом Плантафол на урожайність гібридів помідора (Solánum lycopérsicum L.). *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 26–30.
13. Сєвідов, В. П. Ефективність позакореневого підживлення нітратом калію на розвиток і продуктивність помідора (Solánum lycopérsicum L.). *Scientific Progress & Innovations*. 2024, 27, С. 53–58.
14. Удобрення овочевих та баштанних культур: Монографія / С. І. Корнієнко, В. Ю. Гончаренко, Л. П. Ходєєва, Р. П. Гладкіх, Т. В. Парамонова, О. В. Куц, Т. К. Горова, С. М. Кормош, І. М. Гордієнко, В. А. Колтунов, В. Ф. Пащенко, Г. Я. Іллюшенко: [за ред. докторів с.-г. наук В. Ю. Гончаренка і С. І. Корнієнка]. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. 370 с.
15. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів в землеробстві. Херсон: «Айлант», 2013. 378 с.
16. Юрченко С. О., Баган А. В., Шакалій С. М., Баган М. В., Гаврилов Д. О. Вплив позакореневого підживлення мікродобривом Оракул на урожайність перцю солодкого (Capsicum annuum l.). *Таврійський науковий вісник.* 2023. № 134. С. 208–214.
17. Milenko, O., Shevnikov, M., Solomon, Yu., Rybalchenko, A., & Shokalo, N. (2022). Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. *Scientific Horizons,* 25(4), P. 61–66.

REFERENCES:

1. Barabash, O. Yu., Taranenko, L. K. & Sych, Z. D. (2005). Biolohichni osnovy ovochivnytstva: navchalnyi posibnyk [Biological Fundamentals of Vegetable Growing: A Textbook]. K.: 348 s [in Ukrainian].
2. Bondarenko, H. L. & Yakovenko, K. I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi bashtannytstvi [Methods of research in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova, 369 s [in Ukrainian].
3. Buina, O. I., Buinyi, O. V., Rohach, V. V. & Kuriata, V. H. (2018). Vplyv rehuliatoriv rostu z protylezhnym napriamom dii na morfohenez, lystkovyi aparat ta produktyvnist tomativ [Effect of growth regulators with the opposite direction of action on morphogenesis, leaf apparatus and productivity of tomatoes]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin,* 100 (1), 14–24 [in Ukrainian].
4. Hubkina, L. O., Bozhok, Yu. O. & Droshcha, M. V. (2012). Urozhainist i yakist pomidora zalezhno vid hustoty

roslyn ta sposobiv zroshennia [Yield and quality of tomatoes depending on plant density and irrigation methods]. *Sortovyvchennia ta okhorona na sorty roslyn – Varietal study and protection of plant varieties*, 3, 28–31 [in Ukrainian].
5. Korniienko, S. I., Rud, V. P., Kiiakh, O. O. & Terokhina L. A. (2012). Kontseptualni osnovy rozvytku ovochivnytstva ta zabezpechennia prodovolchoi bezpeky [Conceptual foundations of the development of vegetable growing and ensuring food security]. Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable and melon growing, 58, 7–17 [in Ukrainian].
6. Kuts, O. V., Paramonova, T. V. & Holovko, M. O. (2012). Pozakorenevi pidzhyvlennia kompleksnymy dobryvamy v systemi udobrennia tomata [Foliar fertilizing with complex fertilizers in the tomato fertilization system]. Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable and melon growing, 58, 208–216 [in Ukrainian].
7. Melnyk, V., Romanashenko, O., Tsyhanenko, M., Fesenko, H., Kaliuzhnyi, O., Kachanov, V. & Romanashenko, I. (2020). Vykorystannia orhanichnykh dobryv: ekonomichno–ekolohichni aspekty [Use of organic fertilizers: economic and ecological aspects]. Inzheneriia pryrodokorystuvannia – Environmental Engineering, 3(17), 29–34 [in Ukrainian].
8. Lohinova, I. V. (2014). Efektyvnist riznykh form i sposobiv vnesennia mikroelementiv u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Effectiveness of various forms and methods of introduction of microelements in crop cultivation technologies]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine, 195 (1), 71–78 [in Ukrainian].
9. Priss, O. P. & Zhukova, V. F. (2013). Zalezhnist urozhainosti ta pokaznykiv yakosti plodiv tomata vid pohodnykh umov [Dependence of yield and quality indicators of tomato fruits on weather conditions]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy, 1, 49–51 [in Ukrainian].
10. Sanin, Yu. V. & Sanin, V. A. (2012). Osoblyvosti pozakorenevoho pidzhyvlennia silskohospodarskykh kultur mikroelementamy [Peculiarities of foliar feeding of agricultural crops with trace elements]. Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today, 6 (229), 45–47 [in Ukrainian].
11. Sievidov, V. P. (2024). Otsinka vplyvu pozakorenevoho pidzhyvlennia preparatom Plantafol na urozhainist hibrydiv pomidora (Solánum lycopérsicum L.) [Evaluation of the effect of foliar fertilization with Plantafol on the productivity of tomato hybrids (Solánum lycopérsicum L.)]. Scientific Progress & Innovation, 27 (3), 26–30 [in Ukrainian].
12. Sievidov, V. P. (2024). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia nitratom kaliiu na rozvytok i produktyvnist pomidora (Solánum lycopérsicum L.). [Effectiveness of foliar feeding with potassium nitrate on the development and productivity of tomato (Solánum lycopérsicum L.)]. Scientific Progress & Innovations, 27, 53–58 [in Ukrainian].
13. Korniienko, S. I., Honcharenko, V. Yu., Khodieieva, L. P., Hladkikh, R. P., Paramonova, T. V., Kuts, O. V., Horova, T. K., Kormosh, S. M., Hordiienko, I. M., Koltunov, V. A., Pashchenko, V. F. & Illiushenko, H. Ya. (2014). Udobrennia ovochevykh ta bashtannykh kultur: monohrafiia [Fertilization of vegetable and melon crops: monograph]. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD», 370 s [in Ukrainian].
14. Ushkarenko, V. O., Vozhehova, R. A., Holoborodko, S. P. & Kokovikhin, S. V. (2013). Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv v zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]. Kherson: «Ailant», 378 s [in Ukrainian].
15. Yurchenko, S. O., Bahan, A. V., Shakal, S. M., Bahan, M. V. & Havrylov, D. O. (2023). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia mikrodobryvom Orakul na urozhainist pertsiu solodkoho (Capsicum annuum l.) [Effect of foliar fertilizing with Oracle microfertilizer on yield of sweet pepper (Capsicum annuum l.)]. Tavriiskyi naukovyi visnyk – *Tavria Scientific Bulletin,* 134, 208–214 [in Ukrainian].
16. Milenko, O., Shevnikov, M., Solomon, Yu., Rybalchenko, A. & Shokalo, N. (2022). Influence of foliar top-dressing on the yield of soybean varieties. Scientific Horizons, 25(4), P. 61–66 [in Ukrainian].

Юрченко С.О., Баган А.В., Шакалій С.М. Годунок А.Д. Вплив позакореневого підживлення на формування урожайності сортів помідора їстівного (Solanum lycopersicum L.)

Мета. Метою наших досліджень було встановлення закономірностей формування урожайності помідора їстівного залежно від сортових властивостей та позакореневого підживлення мікродобривом.

Методи. Польовий метод досліджень передбачав визначення впливу застосування позакореневого підживлення на формування біометричних показників росли, урожайності та елементів продуктивності сортів помідора їстівного. Матеріалом дослідження були сорти помідора їстівного Гейзер, Карась (ранньостиглі, детермінантні), Красень, Елеонора (середньоранні, детермінантні) та мікродобриво Anorel Complex Micro. Технологія вирощування сортів помідора їстівного передбачала розсадний спосіб. У ході досліджень проводили біометричні вимірювання: довжина центрального стебла, діаметр стебла та площа листової поверхні. Загальна врожайність плодів розраховувалася на основі зборів, які проводили як у стадії технічної, так і біологічної стиглості відповідно до вимог. Якість врожаю визначали кількістю і відсотком стандартних плодів від загального врожаю.

За допомогою статистичного методу шляхом дисперсійного аналізу було встановлено найменшу істотну різницю та частки впливу досліджуваних факторів на урожайність помідора їстівного.

Результати досліджень. Нашими дослідженнями підтверджено ефективність позакореневого підживлення мікродобривом на формування основних біометричних параметрів рослин помідора їстівного: довжини центрального стебла, діаметра стебла та площі листової поверхні. За результатами польового досліду встановлено позитивний вплив позакореневого підживлення на формування урожайності сортів помідора їстівного. Відповідно, за одноразової обробки рослин мікродобривом у фазі початку бутонізації було виявлено збільшення урожайності на 6,13 %. Дворазова обробка рослин мікродобривом (у фазі початку бутонізації + через 14 діб) сприяла збільшенню урожайності на 11,6 %. Триразова обробка мікродобривом (у фазі початку

бутонізації + через 14 діб + через 14 діб) забезпечила збільшення урожайності на 12,8 %. Застосування позакореневого підживлення позитивно вплинуло на крупність та кількість плодів на рослинах помідора їстівного. Найбільший вихід стандартних плодів було одержано за триразового застосування позакореневого підживлення (82,4–86,7 %).

Висновки. Встановлено, що застосування позакореневого підживлення мікродобривом Anorel Complex Micro сприяє підвищенню загальної врожайності помідора звичайного з високим виходом стандартної продукції, а також має позитивний ефект на збільшення маси плоду та кількості плодів з рослини.

Ключові слова: позакореневе підживлення**,** мікродобрива, сорт, загальна урожайність, біометричні показники рослин, помідор їстівний.

Yurchenko S.O., Bagan A.V., Shakaliy S.M., Godunok A.D. The influence of extra-root nutrition on the formation of the yield of edible tomato varieties (Solanum Lycopersicum L.)

Objective. The purpose of our research was to establish the patterns of formation of the yield of the tomato of the edible depending on the varietal properties and foliar fertilization with microfertilizers.

Methods. The field research method involved determining the effect of the use of foliar feeding on the formation of biometric indicators of growth, yields and elements of productivity of edible tomato varieties. The research material was varieties of edible geyser, crucian (early ripe, determinant), handsome, alleonora (medium-sized, determinant) and Anarel Complex Micro. The technology of cultivation of edible tomato varieties involved a seedling method of cultivation. Biometric measurements were performed during the research: the length of the central stem, the diameter of the stem and the area of the leaf surface. The total yield of the fruit was calculated on the basis of fees, which were carried out both in the stage of technical and biological maturity in accordance with the requirements. The quality of the crop was determined by the quantity and percentage of standard fruits from the total crop.

The statistical method, through variance analysis, established the smallest significant difference and share of the impact of the factors under study on the yield of edible tomato.

Results. Our studies have confirmed the efficiency of foliar fertilization with microfertilizers for the formation of the basic biometric parameters of plants of the edible tomato: the length of the central stem, the diameter of the stem and the area of the leaf surface. According to the results of the field experiment, a positive effect of foliar feeding on the yield of edible tomato varieties was established. Accordingly, with a single treatment of plants with a micro -fertilization in the beginning of budding, an increase in yield by 6.13 % was detected. Two-time treatment of plants with micro -fertilizers (in the beginning of budding + after 14 days) contributed to an increase in yield by 11.6 %. Three-time treatment (in the beginning of budding + after 14 days + after 14 days) provided an increase in yield by 12.8 %. The use of foliar feeding has a positive effect on the size and number of fruits on the plants of the tomato of the edible. The largest yield of standard fruits was obtained for three times the use of foliar feeding (82.4–86.7 %).

Conclusions. It is established that the use of foliar fertilization with micro -fertilization of anorel Complex Micro helps to increase the total yield of tomato with high output of standard products, and also has a positive effect on increasing the weight of the fetus and the amount of fruits from the plant.

Key words: foliar fertilization, microfertilizers, variety, total yield, biometric parameters of plants, tomato edible.

УДК 631.526.32/.527.5-044.332:633.111”324”
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.38

ШИРОКА АДАПТИВНА ЗДАТНІСТЬ СОРТУ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЛЕГЕНДА БІЛОЦЕРКІВСЬКА – ЦІЛЕСПРЯМОВАНЕ ЗАЛУЧЕННЯ ДО ГІБРИДИЗАЦІЇ СТЕПОВОГО І ЛІСОСТЕПОВОГО ЕКОТИПІВ

БУРДЕНЮК-ТАРАСЕВИЧ Л.А. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-5298-3879
Білоцерківський національний аграрний університет
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-6078-3209
Білоцерківський національний аграрний університет
ДУБОВА О.А. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0008-4716-739X
Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків
ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8494-7896
Білоцерківський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Стрімке зростання чисельності населення планети зумовлює збільшення виробництва основних сільськогосподарських культур [1], і за оцінками науковців, має зрости до 2050 р. на 100–110 % [2, 3]. Водночас, динаміка поточного збільшення не відповідає необхідним потребам людства [4], і ця проблема суттєво ускладнюється глобальними кліматичними змінами. Які мають значно обмежують агрокліматичні ресурси [5, 6].

Зернова галузь є стратегічною для розвитку економіки України, формуючи близько 25 % від загального виробництва продукції рослинництва, а збільшення попиту на зерно [7–9] сприяє експорту на світовий ринок [10, 11]. Пшениця – одна з найдавніших і найцінніших продовольчих культур, у сучасних умовах є складовою світової продовольчої безпеки [12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця м’яка – найбільший ботанічний вид на Земній кулі є основною хлібною культурою у багатьох країнах світу. Цей вид – виключно поліморфний як за способом життя (озимі, ярі, дворучки), так і за морфологічними властивостями [13]. Висока харчова цінність зерна пшениці [14–15] і екологічна пластичність, набута в еволюції, сприяли її поширенню у різноманітні географічні зони за різних агрокліматичних умов культивування [16].

Для задоволення підвищеного попиту, зумовленого збільшенням кількості населення [17], необхідно в найближчі десятиліття знайти способи нарощування виробництва зерна пшениці озимої [18].

Важливим чинником підвищення врожайності і збільшення валового збору зерна пшениці є створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво інноваційних сортів, адаптованих до різних ґрунтово-кліматичних зон України [19]. Особливу роль сортові ресурси набувають за глобальних змін клімату.

За свідченням провідних науковців значення сорту, як біологічного засобу виробництва, має тенденцію до зростання [17, 20, 21], і в сучасних умовах частка приросту врожаю зерна пшениці від впровадження нових селекційних розробок сягає 40–50 % [21, 23] і може збільшуватися до 60 % [23, 24].

Водночас із зростанням продуктивності нових сортів суттєво загострилася проблема генетичного підвищення їх толерантності до впливу біотичних та абіотичних стресових чинників, які можуть суттєво зменшувати врожайність [25, 26]. Тому екологічна оцінка нових сортів пшениці з високим генетичним потенціалом врожайності за складовими структури врожайності, показниками якості зерна і стійкістю до біотичних і абіотичних факторів стала важливим завданням сучасних програм селекційного спрямування [27].

Внутрішньовидова гібридизація з наступними відборами в сучасних умовах залишається найбільш результативним методом створення нового вихідного матеріалу і сортів пшениці м’якої озимої, завдячуючи значному поліморфізму і різноманіттю екотипів виду [28, 29], що дає можливість для селекційного удосконалення.

Мета дослідження. Створення нового вихідного матеріалу і сортів пшениці м’якої озимої залученням до гібридизації степового і лісостепового екотипів.

Матеріали і методика досліджень. Селекційний процес створення сорту пшениці м’якої озимої Легенда білоцерківська включав такі послідовні етапи: розробка моделі сорту, підбір вихідних форм, гібридизація (Одеська 51 / Киянка // Миронівська 33) – створення синтетичного матеріалу для доборів, дослідження відібраного матеріалу у селекційному та контрольному розсадниках, попереднє і конкурсне сортовипробування, Державна науково-технічна експертиза.

Батьківськими формами, що використовувалися у гібридизації для створення сорту Легенда

білоцерківська (різновид *lutescens*) були сорти пшениці м'якої озимої, а саме Одеська 51 (різновид *erytrospermum*) – степового екотипу; Киянка (різновид *lutescens*), Миронівська 33 (різновид *lutescens*) – лісостепового екотипу [30].

Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в останніх числах третьої декади вересня–початок жовтня. Агротехніка – загальноприйнята для Лісостепу України. Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали з використанням програм Excel 2019 та «Statistica», версія 12.0 [31].

Результати досліджень. Родовід сорту Легенда білоцерківська, представлений понад 100 сортами і лініями пшениці різних агроекологічних груп і наукових установ, своїми витоками сягає місцевих селекційних форм, створених у XIX столітті. Носієм материнської геноплазми Легенда білоцерківська був сорт Одеська 51, одержаний від схрещування стійкого до вилягання, сильного за якістю сорту Безоста 4 із високо зимостійким сортом Одеська 16 (рис. 1).

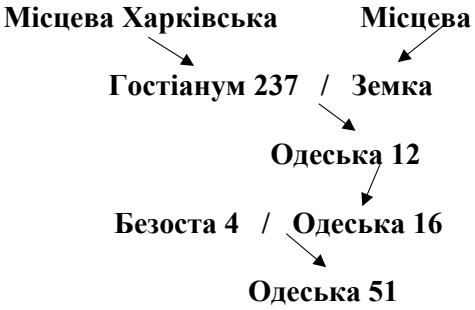


Рис. 1. Родовід сорту пшениці м'якої озимої Одеська 51 (за Рабінович С.В., 1972)

Генеологія сорту Одеська 51 бере початок з місцевих сортів, виділених за допомогою аналітичної селекції, має велику генеографію по материнській формі сорту Безоста 4 (рис. 2).

У родоводі сорту Безоста 4 по материнській лінії брав участь сорт Українка 0246. Чоловіча форма родоводу представлена стійким до бурої іржі сортом *Kanred Fulkaster* 266 287 (США) – добір з Кримки, завезеної переселенцями до Канзасу, та такими джерелами високої стійкості до хвороб, як *Klein* 33 (дворучка) та яра пшениця *Vencedor* (Аргентина), *Ardito* та *Rieti* (Італія), високопродуктивними *Wilhelmina* (Нідерланди), *Squarehead* (Великобританія), ранньостиглим, стійким до вилягання *Akagomughi* (Японія), сортами пшениць ярої і *Americano* 44 (США) і *Barieta* (Іспанія) [32].

Генотипи, що увійшли до складу генетичного пулу сорту Одеська 51, на нашу думку, забезпечили йому вдалі сортоутворюючі властивості, увійшовши до родоводів багатьох відомих сортів

Сорт – Українка 0246 створений методом внутрішньосортового добору з оригінальної *Banatka*. З останніх поглядів на еволюцію сорту *Banatka,* зрозумілішим стає походження його високо адаптивного потенціалу, що виявляв нащадок. Так, сорт *Banatka* походив з провінції Банат, що розташована в нинішній Румунії, і вважався місцевою формою. Водночас дослідженнями вихідного матеріалу за допомогою білкових маркерів встановлено спорідненість геноплазм, і на думку академіка С.П. Лифенка [33], свідчать, що геноплазма сорту *Banatka* пройшла шлях адаптації з Північного Кавказу (де були виявлені схожі, очевидно споріднені форми) через українське Причорномор'я, Закарпаття і лише тоді потрапила у провінцію Банат. Таким чином, еволюція геноплазми сорту *Banatka* проходила під тиском різних лімітуючих факторів довкілля, які діяли в певних екологічних умовах, де пролягав дрейф початкового генетичного пулу майбутнього сорту. Мікромутаційні процеси в ході такої еволюції ймовірно забезпечили формування істотної норми реакції, чим можна пояснити широкий екологічний ареал та довготривале використання сорту Українка 0246 у сільськогосподарському виробництві [34].

Оригінатори сорту Киянка – колишні Інститут молекулярної біології і генетики АН України, Черкаська державна обласна сільськогосподарська дослідна станція, Українська сільськогосподарська академія. Сорт Киянка створений під керівництвом академіка П.К. Шкварнікова у результаті оброки сухого насіння сорту Миронівська ювілейна водним розчином хімічного мутагена з послідуючим багаторазовим індивідуальним добором [35].

Миронівська ювілейна, створена за гібридизації лінії Лютесценс 106, яка отримана академіком В.М. Ремеслом, добором озимих форм із висіяної на зиму пшениці ярої сорту Артемівка, з сортом Безоста 4. Необхідно відмітити, що Безоста 4 була на заключному етапі гібридизації материнською формою сорту Одеська 51. Сорт Миронівська ювілейна містить геноплазму Українки 0246, Кримки і Миронівської 808. Сорт Миронівська ювілейна реалізувався в практичній селекції у створенні ліній та сортів Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла і увійшов до генеалогії понад 20 сортів пшениць інших наукових установ [34].

Миронівська 33 (оригінатор – Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла) відселектована з лінії Лютесценс С.h. 172–90 (Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла), яка отримана добором з лінії Лютесценс С.h. 90–87 (Лютесценс Е.g. 32–82 / Лютесценс С.h. 6–82). Сорт Миронівська 33 генетично споріднена з Миронівською напівінтенсивною, так як лінія Лютесценс Е.g. 32–82 є її чоловічою формою. Лінія Лютесценс С.h. 6–82 створена на основі селекційного матеріалу за гібридизації *NS* 984 (Югославія) / Кавказ // *Roazon* (Франція) отриманого наприкінці 70-х років з Чехословацької республіки у рамках двосторонньої програми досліджень. Сорт Roazon створено схрещуванням *VPM 1-1-1-2-R4* (Франція) / *Moisson* (Франція), в якому материнський форма походить від віддаленої гібридизації за участі м'якої пшениці *Marne* (Франція) і *Aegilops. ventricosa* та *Triticum carthlicum* Nevski (*Triticum persicum* Vav. et Zhuk). Таким чином в генеалогії сорту Миронівська 33 з українських пшениць присутні сорти Українка 0246, Кримка і Миронівська 808, [34].

Встановлено, що родовід залучених нами до гібридизації сортів має генетичне коріння далекого минулого

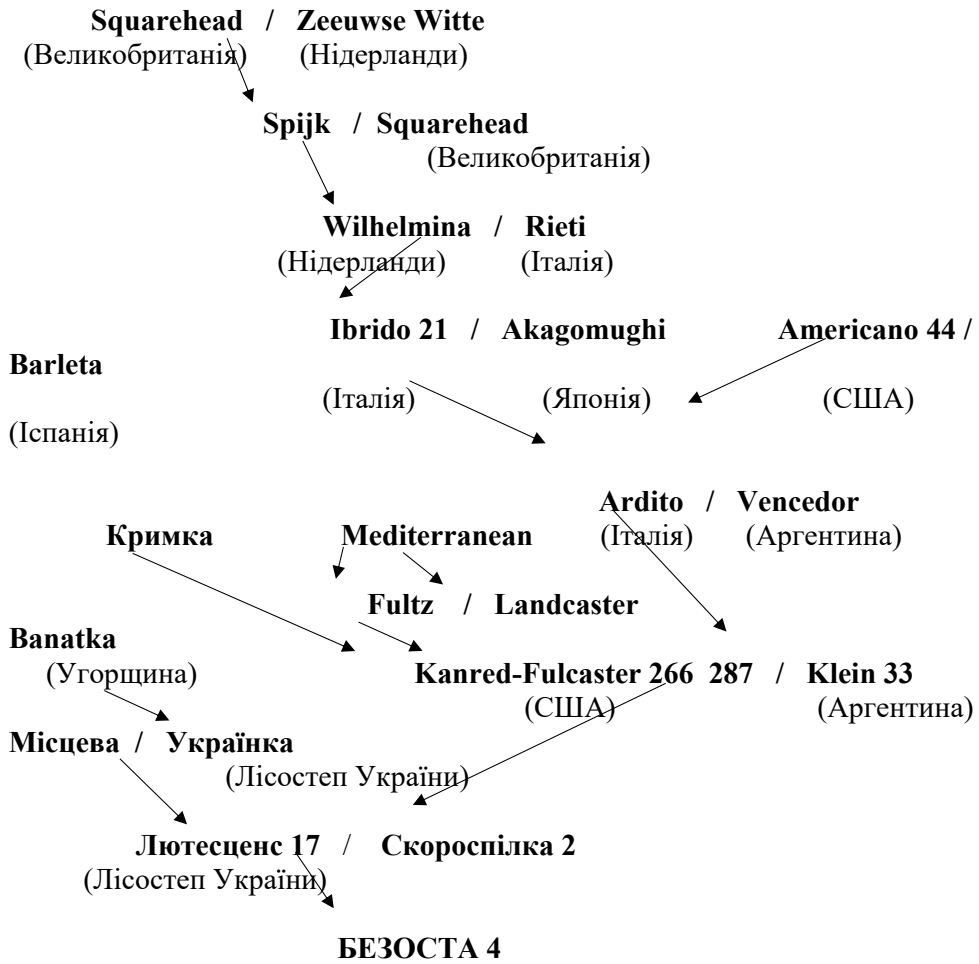


Рис. 2. Родовід сорту пшениці м'якої озимої Безоста 4 (за Рабінович С.В., 1972)

і включає сорти аналітичної селекції і гібридного походження та представлений місцевим і зарубіжним вихідним матеріалом. Генетичне різноманіття, що увійшло у родовід підібраних до гібридизації вихідних форм, сприяло широкому формотворчому процесу у наступних гібридних генераціях.

За результатами польової і лабораторної оцінки у 2006–2008 рр. восьми селекційних ліній, виділених індивідуальним добором із гібридної популяції Одеська 51 / Киянка // Миронівська 33, ми включили у попереднє сортовипробування (2009–2011 рр.) Білоцерківської ДСС ІБКіЦБ лінії пшениці м'якої озимої Лютесценс 436 і Лютесценс 437.

Отримані результати засвідчили значну варіабельність як врожайності зерна, так і інших показників як у досліджуваних ліній пшениці м'якої озимої, так і сортів-стандартів, що ми пов'язуємо з контрастністю у 2009–2011 рр. метеорологічних умов (табл. 1).

Найбільша врожайність зерна була сформована в умовах 2009 р. – 7,09–7,67 т/га, за суттєвого перевищення у лінії Лютесценс 436. Дещо менші показники досліджені у 2011 р. – 6,14–6,77 т/га. Найменша врожайність зерна формувалась у найбільш несприятливому 2010 р. і склала у стандартів Перлина лісостепу (3,77 т/га), Білоцерківська напівкарликова (3,25 т/га) і ліній Лютесценс 436 (4,22 т/га), Лютесценс 437 (4,25 т/га), які істотно перевищили сорти-стандарти.

У середньому за 2009–2011 роки лінії Лютесценс 436 (5,90 т/га) і Лютесценс 437 (6,00 т/га) суттєво за врожайністю зерна перевищили груповий стандарт – 5,75 т/га (табл. 2).

З господарсько цінних ознак досліджуваних селекційних ліній слід виділити більшу зимостійкість (8,9 балів), стійкість до вилягання (8,6 балів) у Лютесценс 437 і значне перевищення вмісту клейковини – Лютесценс 436 (30,5 %) та Лютесценс 437 (28,0 %) в порівнянні з груповим стандартом – 26,1 %.

Завдання селекціонера полягає у поєднанні в одному генотипі високих і стабільних показників врожайності з відмінною якістю зерна, стійкістю проти вилягання, резистентністю до хвороб, надавши йому адаптивні властивості до несприятливих абіотичних факторів зовнішнього середовища.

Перевищення над груповим стандартом, в середньому за 2009–2011 рр., у лінії Лютесценс 436 встановили за стійкістю до септоріозу листків (+0,5 бали) і бурої іржі (+0,1 бали), а Лютесценс 437 до борошнистої роси (+0,4 бали), септоріозу листків (+0,6 бали), бурої іржі (+0,1 бали) (табл. 3).

Таблиця 1

Результати попереднього сортовипробування ліній пшениці Лютесценс 436 і Лютесценс 437 у 2009–2011 рр. (попередник горох)

Показник	Перлина Лісостепу	Білоцерківська напівкарликова	Лютесценс 436	Лютесценс 437	$НІР_{05}$
2009 р.					
Врожайність зерна т/га	7,45	7,09	7,67	7,24	0,07
Зимостійкість, бал	8,8	8,7	8,8	8,8	-
Дата колосіння	24.05	20.05	27.05	27.05	-
Висота рослин, см	106,0	89,0	94,0	92,0	1,70
Стійкість до вилягання, бал	9,0	8,7	9,0	9,0	-
Вміст клейковини, %	25,4	25,6	27,8	27,2	0,17
ВДК, одиниць	106	110	109	113	0,51
Розтяжність клейковини, см	26	24	28	23	0,42
2010 р.					
Врожайність зерна т/га	3,77	3,25	4,22	4,25	0,14
Зимостійкість, бал	8,5	8,7	8,5	8,9	-
Дата колосіння	25.05	23.05	28.05	28.05	-
Висота рослин, см	78,0	53,0	84,0	72,0	2,23
Стійкість до вилягання, бал	8,6	8,5	8,5	9,0	-
Вміст клейковини, %	28,9	28,7	32,8	31,5	0,55
ВДК, одиниць	108	94	85	84	0,56
Розтяжність клейковини, см	20	17	18	16	0,33
2011 р.					
Врожайність зерна т/га	6,77	6,14	5,80	6,50	0,08
Зимостійкість, бал	8,7	9,0	8,9	9,0	-
Дата колосіння	28.05	25.05	29.05	30.05	-
Висота рослин, см	106,0	89,0	94,0	96,0	1,35
Стійкість до вилягання, бал	8,6	7,7	7,5	7,7	-
Вміст клейковини, %	24,0	24,2	30,8	25,4	0,46
ВДК, одиниць	74	84	111	77	0,63
Розтяжність клейковини, см	21	13	24	14	0,60

Таблиця 2

Результати попереднього сортовипробування ліній пшениці Лютесценс 436 і Лютесценс 437, середнє за 2009–2011 рр. (попередник горох)

Показник	Груповий стандарт*	Лютесценс 436	±до групового стандарту	Лютесценс 437	±до групового стандарту
Врожайність зерна т/га	5,75** 3,51–7,27***	5,90 4,22–7,67	+0,15 +0,71–+0,40	6,00 4,25–7,24	+0,25 +0,74– -0,03
Зимостійкість, бал	8,7** 8,6–8,9***	8,7 8,5–8,9	- -0,1–0,0	8,9 8,8–9,0	+0,2 +0,2–+0,1
Висота рослин, см	86,8** 65,5–97,5***	90,7 84,0–94,0	+3,9 +18,5– -3,5	86,7 72,0–96,0	-0,1 +6,5– -1,5
Стійкість до вилягання, бал	8,5** 8,2–8,9***	8,3 7,5–9,0	-0,2 -0,7–+0,1	8,6 7,7-9,0	+0,1 -0,5–+0,1
Вміст клейковини, %	26,1** 24,1–28,8***	30,5 27,8–32,8	+4,4 +3,7–+4,0	28,0 25,4–31,5	+1,9 +1,3–+2,7
ВДК, одиниць	96** 79–108***	102 85–111	+6 +6–+3	91 77–113	-5 -2–+5
Розтяжність клейковини, см	20** 17–25***	23 18–28	+3 +1–+3	18 14–23	-2 -3– -2

*Примітки: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Білоцерківська напівкарликова, ** – середній показник за три роки; *** – межі мінливості.*

Таблиця 3

Стійкість до хвороб у попередньому сортовипробуванні ліній пшениці Лютесценс 436 і Лютесценс 437, середнє за 2009–2011 рр. (попередник горох)

Сорт-стандарт і лінія	Стійкість до хвороб, бал				
	борошниста роса	септоріоз листків	гельмінтос-по-ріоз листків	фузаріоз колоса	бура іржа
Перлина лісостепу (St)	7,7	8,4	9,0	8,5	9,0
Білоцерківська н/к. (St)	7,4	7,8	9,0	8,7	8,8
Груповий стандарт*	7,6	8,1	9,0	8,6	8,9
Лютесценс 436	7,6	8,6	9,0	8,6	9,0
±до групового стандарту	-	+0,5	-	-	+0,1
Лютесценс 437	8,0	8,7	9,0	8,6	9,0
±до групового стандарту	+0,4	+0,6	-	-	+0,1

*Примітка: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Білоцерківська напівкарликова.*

Таблиця 4

Результати конкурсного сортовипробування лінії пшениці м'якої озимої Лютесценс 437, середнє за 2012–2014 рр.

Показник	Груповий стандарт*	Лютесценс 437	±до групового стандарту
попередник горох			
Врожайність зерна т/га	4,21** 2,46–5,17***	4,91 3,61–6,03	+0,70 +1,15–+0,86
Зимостійкість, бал	8,6** 8,3–8,9***	8,8 8,5–9,0	+0,2 +2,0–+0,1
Висота рослин, см	90,2** 68,5–111,8***	91,7 74,0–112,0	+1,5 +5,5–+0,2
Стійкість до вилягання, бал	8,1** 6,4–9,0***	8,4 7,2–9,0	+0,3 +0,8–0,0
Вміст клейковини, %	29,5** 25,6–35,7***	29,6 26,2–34,8	+0,1 +0,6– -0,9
ВДК, одиниць	82** 78–86***	75 71–79	-7 -7– -7
Розтяжність клейковини, см	16** 15–17***	14 13–16	-2 -2– -1
Пружність клейковини, бал	4,9** 4,7–5***	5 5–5	+0,1 +0,3–0,0
попередник сидеральний пар			
Врожайність зерна т/га	4,51** 3,48–5,19***	5,13 3,99–6,32	+0,62 +0,51–+1,13
Зимостійкість, бал	8,7** 8,3–9,0***	8,9 8,7–9,0	+0,2 +0,4–0,0
Висота рослин, см	91,8** 77,5–108,3***	93,2 82,0–110,5	+1,4 +4,5–+2,2
Стійкість до вилягання, бал	8,2** 6,6–9,0***	8,4 7,2–9,0	+0,2 +0,6–0,0
Вміст клейковини, %	31,8** 28,4–34,6***	31,6 28,9–34,8	-0,2 +0,5–+0,2
ВДК, одиниць	84** 82–87***	75 72–78	-7 -10– -9
Розтяжність клейковини, см	16** 15–16***	14 13–15	-2 -2– -1
Пружність клейковини, бал	4,9** 4,7–5***	5 5–5	+0,1 +0,3–0,0

*Примітки: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Подолянка, Білоцерківська напівкарликова, ** – середній показник за три роки; *** – межі мінливості.*

За результатами проведених досліджень у конкурсне сортовипробування 2012–2014 рр. після попередників – горох і сидеральний пар передали лінію пшениці м'якої озимої Лютесценс 437.

У середньому за три роки, після попередника сидеральний пар формувалася більша врожайність зерна як у групового стандарту (4,51 т/га), так і лінії Лютесценс 437 (5,13 т/га), у порівнянні з горохом 4,21 т/га і 4,91 т/га відповідно (табл. 4).

Лінія Лютесценс 437 формувала відмінну якість клейковини за вмісту 29,6 % (попередник горох) та 31,6 % (попередник сидеральний пар) і показника ВДК – 75 одиниць. Також лінія Лютесценс 437 характеризувалась вищою зимостійкістю, стійкістю проти вилягання як після гороху, так і сидерального пару у порівнянні з груповим стандартом.

У середньому за три роки після попередника горох Лінія Лютесценс 437 перевищила груповий стандарт за стійкістю до борошнистої роси (+0,6 бали), септоріозу листків (+1,2 бали) і фузаріозу колоса – +0,5 бали, а по попереднику сидеральний за стійкістю до борошнистої роси (+0,9 бали), септоріозу листків (+1,1 бали), фузаріозу колоса (+0,7 балів), бурої іржі (+0,2 бали) (табл. 5).

За результатами конкурсного сортовипробування (2012–2014 рр.) лінію Лютесценс 437 під назвою сорт Легенда білоцерківська у 2014 р. передали на Державну науково-технічну експертизу і продовжили дослідження в умовах Білоцерківської ДСС ІБКіЦБ.

Проведені нами дослідження засвідчили високу середню за 2015–2017 рр. врожайність зерна 7,57 т/га (попередник горох), 8,45 т/га (попередник сидеральний пар) та показники вмісту сирої клейковини 28,8 % і 28,6 % відповідно, які суттєво перевищували груповий стандарт – 7,30 т/га і 26,4 % відповідно (табл. 6).

Показники якості клейковини сорту Легенда білоцерківська склали: ВДК – 69 одиниць, розтяжність клейковини – 14 см і її пружність 5 балів після попередника горох; ВДК – 74 одиниці, розтяжність – 15 см та пружність 5 балів після сидерального пару, що відповідає якості першої групи з доброю еластичністю і середньою розтяжністю.

Сорт Легенда білоцерківська також характеризувався високою зимостійкісю – 8,9 балів, стійкістю проти вилягання – 8,5 балів після попередника горох і 8,8 балів – по попереднику сидеральний пар.

У середньому за 2015–2017 рр. Легенда білоцерківська перевищив середньогруповий стандарт за стійкістю проти борошнистої роси (+1,0 бал), септоріозу листків (+0,6 балів), фузаріозу колоса (+0,2 бали), бурої іржі (+0,1 бал) після гороху і за резистентністю до борошнистої роси (+0,1 бал), септоріозу листків (+0,4 бали) і фузаріозу колоса (+0,2 бали) по попереднику сидеральний пару (табл. 7).

Сорт Легенда білоцерківська у 2017 р. пройшов Державну науково-технічну експертизу і рекомендований для вирощування в Лісостепу, Степу і Поліссі України. Свідоцтво про Державну реєстрацію № 170928 від 22.03.2017 р., патент № 170821.

Легенда білоцерківська має відмінні особливості та апробаційні ознаки. Різновид *lutescens*. Колос циліндричний, середньої щільності. На квіткових лусках верхніх колосків колоса є короткі, до 2 см, зубці. Колос, прапорцевий листок і соломина – вкриті сильним восковим нальотом. Плече колоскової луски середнє, піднесене, зубець короткий, дуже зігнутий. Зернівка – червона крупна, маса 1000 зерен – 45–50 г.

Середньопізній, виколошується на 4–5 днів пізніше середньостиглого стандарту Перлина лісостепу та на 8–10 днів від ранньостиглого сорту Білоцерківська напівкарликова.

Таблиця 5

Стійкість до хвороб у конкурсному сортовипробуванні лінії пшениці м'якої озимої Лютесценс 437, середнє за 2012–2014 рр.

Сорт-стандарт і лінія	Стійкість до хвороб, бал				
	борошниста роса	септоріоз листків	гельмінтоспо-ріоз листків	фузаріоз колоса	бура іржа
попередник горох					
Перлина лісостепу (St)	8,2	8,5	9,0	7,2	9,0
Білоцерківська н/к. (St)	7,7	6,3	9,0	8,3	8,6
Подолянка (St)	7,3	7,3	9,0	7,5	9,0
Груповий стандарт*	7,7	7,4	9,0	7,7	8,9
Лютесценс 437	8,3	8,6	9,0	8,2	8,9
±до групового стандарту	+0,6	+1,2	-	+0,5	-
попередник сидеральний пар					
Перлина лісостепу (St)	8,2	8,6	9,0	7,3	8,9
Білоцерківська н/к. (St)	7,8	6,8	9,0	8,5	7,9
Подолянка (St)	6,9	7,3	9,0	8,0	8,6
Груповий стандарт*	7,6	7,6	9,0	7,9	8,5
Лютесценс 437	8,5	8,7	9,0	8,6	8,7
±до групового стандарту	+0,9	+1,1	-	+0,7	+0,2

*Примітка: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Білоцерківська напівкарликова, Подолянка.*

Таблиця 6

Результати конкурсного сортовипробування сорту пшениці озимої Легенда білоцерківська, середнє за 2015–2017 рр.

Показник	Груповий стандарт*	Легенда білоцерківська	±до групового стандарту
попередник горох			
Врожайність зерна т/га	7,30** 5,77–8,69***	7,57 6,38–8,91	+0,27 +0,61–+0,22
Зимостійкість, бал	8,7** 8,3–8,9***	8,9 8,8–9,0	+0,2 +0,5–+0,1
Висота рослин, см	101,1** 86,2–113,2***	99,8 82,5–115,0	-1,3 -3,7–+1,8
Стійкість до вилягання, бал	8,4** 7,8–9,0***	8,5 8,0–9,0	+0,1 +0,2–0,0
Вміст клейковини, %	26,4** 25,2–27,6***	28,8 27,6–30,1	+2,4 +2,4–+2,5
ВДК, одиниць	80** 77–84***	69 63–77	-11 -14– -7
Розтяжність клейковини, см	15** 15–16***	14 12–15	-1 -3– -1
Пружність клейковини, бал	4,7** 4,0–5,0***	5 -	+0,3 +1,0–0,0
попередник сидеральний пар			
Врожайність зерна т/га	7,92** 7,30–8,78***	8,45 7,95–9,36	+0,53 +0,65–+0,58
Зимостійкість, бал	8,6** 8,5–8,9***	8,9 8,9–9,0	+0,3 +0,4–+0,1
Висота рослин, см	102,0** 89,3–115,3***	102,7 85,0–117,0	+0,7 -4,3–+1,7
Стійкість до вилягання, бал	8,8** 8,7-9,0***	8,8 8,6-9,0	0,0 -0,1–0,0
Вміст клейковини, %	26,9** 25,5–27,6***	28,6 26,1–31,6	+1,7 +0,6–+4,0
ВДК, одиниць	82** 79–86***	74 71–76	-8 -8– -10
Розтяжність клейковини, см	15** 14–17***	15 14–16	0,0 0,0– -1
Пружність клейковини, бал	4,8** 4,3–5,0***	5 -	+0,2 +0,7–0,0

*Примітка: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Подолянка, Білоцерківська напівкарликова, ** – середній показник за три роки; *** – межі мінливості.*

Зимостійкість та посухостійкість, за оцінками Державної науково-технічної експертизи, вище середньої – 8,7–9,0 балів. Середньорослий, висота рослин, залежно від метеорологічних умов року становить 102–115 см. Характеризується підвищеною стійкістю проти вилягання – 8,6–8,8 балів.

Легенда білоцерківська стійка проти ураження борошнистою росою – 7,9–9,0 балів, бурою іржею – 8,7–8,9 балів, кореневими гнилями – 8,7–9,0 балів, фузаріозом колоса – 8,1–9,0 балів.

Сорт характеризувався високою адаптивністю у стресових умовах 2014 р. В умовах Прилуцької ДСДС (Чернігівська область) врожайність зерна становила 7,8 т/га (+0,6 т/га до умовного стандарту), в Сумській філії УІЕСР – 9,4 т/га (+0,6 т/га), а Тернопільській філії УІЕСР – 7,2 т/га (+0,7 т/га).

У більш посушливому 2015 р. (Маньківська ДСДС Черкаської області) врожайність зерна склала 9,5 т/га, у Вінницькому ОДЦЕСР – 8,8 т/га, Кіровоградській ДСДС – 8,3 т/га.

За результатами державного сортовипробування у 2016 р., сорт мав перевагу над умовним стандартом у всіх зонах України від +0,2 до +0,9 т/га. У Вінницькому ОДЦЕСР врожайність зерна становила 10,1 т/га, Кіровоградській ДСДС – 9,6 т/га, Первомайській ДСДС (Миколаївська область) – 9,0 т/га, Сумському ОДЦЕСР – 8,7 т/га, Тернопільському ОДЦЕСР – 8,8 т/га, Андрушівській ДСДС – 7,9 т/га, Городенківській ДСДС Івано-Франківської області та Прилуцькій ДСДС – 7,7 т/га.

За хлібопекарськими якостями борошна сорт Легенда білоцерківська відноситься до сильних пшениць. Так, у 2015 р., за врожайності зерна 8,91 т/га,

Таблиця 7

Стійкість до хвороб у конкурсному сортовипробуванні сорту пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська, середнє за 2015–2017 рр.

Сорт	Стійкість до хвороб, бал				
	борошниста роса	септоріоз листків	гельмінтоспоріоз листків	фузаріоз колоса	бура іржа
попередник горох					
Перлина лісостепу (St)	7,0	8,6	9,0	8,5	8,9
Білоцерківська н/к. (St)	7,0	7,9	9,0	9,0	8,8
Подолянка (St)	7,1	8,4	9,0	8,4	8,7
Груповий стандарт*	7,0	8,3	9,0	8,6	8,8
Легенда білоцерківська	8,0	8,9	9,0	8,8	8,9
±до групового стандарту	+1,0	+0,6	-	+0,2	+0,1
попередник сидеральний пар					
Перлина лісостепу (St)	8,2	8,7	9,0	8,1	9,0
Білоцерківська н/к. (St)	7,5	7,7	9,0	8,1	9,0
Подолянка (St)	8,1	8,4	9,0	8,1	8,9
Груповий стандарт*	7,9	8,3	9,0	8,1	8,9
Легенда білоцерківська	8,0	8,7	9,0	8,6	8,9
±до групового стандарту	+0,1	+0,4	-	+0,2	-0,1

*Примітка: *Груповий стандарт – сорти пшениці м'якої озимої Перлина лісостепу, Білоцерківська напівкарликова, Подолянка.*

вміст сирої клейковини склав 28 %, ВДК – 77 одиниць, а у 2016 р. за врожайності зерна 7,42 т/га, відповідно 30,1 %, 68 одиниць. Сила борошна впродовж років випробування становила понад 340 о.а.

Для реалізації генетично обумовленого високого потенціалу продуктивності сорту, враховуючи підвищену адаптивність до несприятливих кліматичних умов та високу стійкість до вилягання, сорт Легенда білоцерківська рекомендується у сівозміні розміщувати по кращих попередниках із застосуванням підвищених доз мінеральних добрив.

Висновки. Сорти пшениці м'якої озимої, які створені залученням до гібридизації кращих світових генотипів є цінним матеріалом для селекції культури з метою розширення генетичного різноманіття і підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу виду. Цілеспрямованим залученням до внутрішньовидової гібридизації степового і лісостепового екотипів, створено сорт пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська з високим генетичним потенціалом продуктивності і широкою адаптивністю, що підтверджується включенням до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні і рекомендований до вирощування в зоні Лісостепу, Степу і Полісся України. Встановлені генотипові відмінності до екстремальних метеорологічних умов досліджуваних років за формування врожайності і показників якості зерна, зимостійкості і стійкості проти хвороб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Godfray H. C. J., Beddington J. R., Crute I. R. et al. Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010. № 327. P. 812–818.
2. Li F., Wen W., Liu J. et al. Genetic architecture of grain yield in bread wheat based on genome-wide association studies. *BMC Plant Biology*. 2019. № 19. Article 168.
3. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield gaps in wheat: path to enhancing productivity. *Frontiers in Plant Science*. 2019. № 10. Article 1603.
4. Kristensen P. S., Jahoor A., Andersen J. R. et al. Genome-wide association studies and comparison of models and cross-validation strategies for genomic prediction of quality traits in advanced winter wheat breeding lines. *Frontiers in Plant Science*. 2018. № 9. Article 69.
5. Jaiswal V., Gahlaut V., Mathur S. et al. Identification of novel SNP in promoter sequence of TaGW2-6A associated with grain weight and other agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS ONE.* 2015. № 10(6). Article e0129400.
6. Li Q., Pan Z., Gao Y. et al. Quantitative trait locus (QTLs) mapping for quality traits of wheat based on high density genetic map combined with bulked segregant analysis RNA-seq (BSR-Seq) indicates that the basic 7S globulin gene is related to falling number. *Frontiers in Plant Science.* 2020. № 11. Article 600788.
7. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування: монографія / Гамаюнова В. В., Корхова М. М., Панфілова А. В., Смірнова І. В., Коваленко О. А., Хоненко Л. Г. Миколаїв, 2021. 300 с.
8. Сидякіна О. В., Дворецький В. Ф. Продуктивність пшениці озимої залежно від фонів живлення в умовах Західного Полісся. *Наукові горизонти*. 2020. № 7(92). С. 45–52.
9. Лотиш О. Я. Стратегічний аналіз зернової галузі України: стан та перспективи розвитку. *Інтелект XXI.* 2018. № 3. С. 74–79.
10. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: http://ukrstat.gov.ua
11. Бойко В. О., Бойко Л. О. Продовольча безпека та ризики для аграрного виробництва під час війни в Україні. *Економіка та суспільство*. 2022. № 41.

12. Настояща В. В. Зерновий комплекс України в контексті забезпечення продовольчої безпеки держави. *Наукові записки*. 2007. № 8. С. 235–239.
13. Спеціальна генетика сільськогосподарських культур: навчальний посібник / Васильківський С. П., Вільчинська Л. А., Лозінський М. В., Сидорова І. М., Хоменко Т. М., Шох С. С. Біла Церква, 2011. 230 с.
14. Li W., Yang B. Translational genomics of grain size regulation in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2017. № 130 (9). P. 1765–1771.
15. Литовченко А. О., Глушко Т. В., Сидякіна О. В. Якість зерна сортів пшениці озимої залежно від факторів та умов року вирощування на півдні Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 3(95). С. 101–111.
16. Собко Т. О., Сірант Л. В., Лісова Г. М. Генетична різноманітність сортів пшениці м'якої ярої за локусами запасних білків. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2018. Т. 23. С. 334–339.
17. Stewart B. A., Lal R. Increasing world average yields of cereal crops: it's all about water. *In Advances in Agronomy*. 2018. Vol. 151. P. 1–44.
18. Röder M., Thornley P., Campbell G., Bows-Larkin A. Emissions associated with meeting the future global wheat demand: A case study of UK production under climate change constraints*. Environmental Science & Policy*. 2014. № 39. P. 13–24.
19. Моргун В. В., Топчій Т. В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. № 3. С. 218–240.
20. Особливості визначення адаптивності селекційних ліній пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України: монографія / Демидов О. А., Замліла Н. П., Вологдіна Г. Б., Гуменюк О. В., Рисін А. Л. Київ: Компринт, 2023. 219 с.
21. Бойчук І. В. Обґрунтування підбору сортів пшениці озимої для умов південного степу України. *Topical issues of the development of modern science*: The 7th International scientific and practical conference. Sofia, Bulgaria: ACCENT. 2020. P. 151–161.
22. Литвиненко М. А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво*. 2010. № 6. С. 1–6.
23. Василюк П. М., Уліч Л. І. Наукове обґрунтування після реєстраційних досліджень сортів. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 1. С. 45–49.
24. Моргун В. В., Санін Є. В., Швартау В. В. Сорти та оптимальні системи вирощування озимої пшениці. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Клуб 100 центнерів. Компанія «Сингента». 2012. С. 22–23.
25. Soko T., Bender C. M., Prins R., Pretorius Z. A. Yield loss associated with different levels of stem rust resistance in bread wheat. *Plant Disease*. 2018. Vol. 102(12). P. 2531–2538.
26. Sarto M. V. M., Sarto J. R. W., Rampim L. et al. Wheat phenology and yield under drought: a review. Austral. *Journal Crop Science*. 2017. Vol. 11 (8). P. 941–946.
27. Nazarenko M., Lykholat Y. Influence of relief conditions on plant growth and development. *Dnipro university bulletin. Geology. Geography*. 2018. № 26(1). P. 143–149.
28. 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.
29. Лозінський М. В., Устинова Г. Л., Оображій С. В., Діхтяренко В. М. Особливості успадкування маси зерна головного колосу за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 9. С. 61–68.
30. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А., Чайка А. М, Лозінський М. В. Легенда білоцерківська – сильний за якість сорту м'якої пшениці озимої інтенсивного типу. *Аграрна наука – виробництво. Науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок*. Київ, 2019. С. 15.
31. Статистика: навчальний посібник / Опря А. Т., Дорогань-Писаренко Л. О., Єгорова О. В., Кононенко Ж. А. К. : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.
32. Чебаков М. П., Лебедєва Г. Д., Власенко В. А. Використання вихідного матеріалу пшениці озимої західноєвропейського екотипу та його роль у створенні високо адаптивних сортів. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2006. № 3. С. 5–17.
33. Лифенко С. П. Історія генетики і селекції пшениці в Україні. *Виступ на VII з'їзді Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова*; АР Крим, с. Берегово, 4 червня 2002 р. Крим, 2002. 1 с.
34. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
35. Кунах В. А. Розвиток генетики в Національній академії наук України (до 90-річчя від часу заснування Української академії наук). *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2008. Т. 6. № 1. С. 3–43.

REFERENCES:

1. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., & Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*.327. 812–818.
2. Li, F., Wen, W., Liu, J., Zhang, Y., Cao, S., He, Z., Rasheed, A., Jin, H., Zhang C., Yan, J., Zhang, P., Wan, Y., & Xia, X. (2019). Genetic architecture of grain yield in bread wheat based on genome-wide association studies. *BMC Plant Biology*. 19. Article 168.
3. Hatfield, J. L., & Beres, B. L. (2019). Yield gaps in wheat: path to enhancing productivity. *Frontiers in Plant Science*.10. Article 1603.
4. Kristensen, P. S., Jahoor, A., Andersen, J. R., Cericola, F., Orabi, J., Janss, L. L., & Jensen, J. (2018). Genome-wide association studies and comparison of models and cross-validation strategies for genomic prediction of quality traits in advanced winter wheat breeding lines. *Frontiers in Plant Science*. 9. Article 69.
5. Jaiswal, V., Gahlaut, V., Mathur, S., Agarwal, P., Khandelwal, M. K., Khurana, J. P., Tyagi, A. K., Balyan, H. S., & Gupta, P. K. (2015). Identification of novel SNP in promoter sequence of TaGW2-6A associated with grain weight and other agronomic traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS ONE*. 10(6). Article e0129400.

6. Li, Q., Pan, Z., Gao, Y., Li, T., Liang, J., Zhang, Z., Zhang, H., Deng, G., Long, H., & Yu, M. (2020). Quantitative trait locus (QTLs) mapping for quality traits of wheat based on high density genetic map combined with bulked segregant analysis RNA-seq (BSR-Seq) indicates that the basic 7S globulin gene is related to falling number. *Frontiers in Plant Science.* 11. Article 600788.
7. Hamaiunova, V. V., Korkhova, M. M., Panfilova, A. V., Smirnova, I. V., Kovalenko, O. A., Khonenko, L. H. (2021). Pshenytsia ozyma: resursnyi potentsial ta tekhnolohiia vyroshchuvannia. [Winter wheat: resource potential and cultivation technology]. Mykolaiv, 300 [in Ukrainian].
8. Sydiakina, O. V., & Dvoretskyi, V. F. (2020). Produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid foniv zhyvlennia v umovakh Zakhidnoho Polissia [Productivity of winter wheat depending on nutrition backgrounds in Western Polissya]. *Scientific horizons*, 7(92), 45–52 [in Ukrainian].
9. Lotysh, O. Ya. (2018). Stratehichnyi analiz zernovoi haluzi Ukrainy: stan ta perspektyvy rozvytku [Strategic analysis of the grain industry of Ukraine: state and prospects of development]. *Intelekt – Intellect XXI,* 3, 74–79 [in Ukrainian].
10. *Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Official website of the State Statistics Service of Ukraine].* URL: http://ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].
11. Boiko, V. O., & Boiko, L. O. (2022). Prodovolcha bezpeka ta ryzyky dlia ahrarnoho vyrobnytstva pid chas viiny v Ukraini [Food security and risks for agricultural production during the war in Ukraine]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and society,* 41 [in Ukrainian].
12. Nastoiashcha, V. V. (2007). Zernovyi kompleks Ukrainy v konteksti zabezpechennia prodovolchoi bezpeky derzhavy [Grain complex of Ukraine in the context of food security of the state]. *Naukovi zapysky – Scientific notes,* 8, 235–239 [in Ukrainian].
13. Vasylkivskyi, S. P., Vilchynska, L. A., Lozynskyi, M. V., Sydorova, I. M., Khomenko, T. M., & Shokh, S. S. (2011). *Spetsialna henetyka silskohospodarskykh kultur [Special genetics of crops].* Bila Tserkva, 230 [in Ukrainian].
14. Li, W., & Yang, B. (2017). Translational genomics of grain size regulation in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 130(9), 1765–1771.
15. Lytovchenko, A. O., Hlushko, T. V., & Sydiakina, O. V. (2017). Yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid faktoriv ta umov roku vyroshchuvannia na pivdni Stepu Ukrainy [Grain quality of winter wheat varieties depending on factors and conditions of the year of cultivation in the southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 3(95), 101–111 [in Ukrainian].
16. Sobko, T. O., Sirant, L. V., & Lisova, G. M. (2018). Henetychna riznomanitnist sortiv pshenytsi miakoi yaroi za lokusamy zapasnykh bilkiv [Genetic diversity of spring durum wheat varieties at the loci of reserve proteins]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms*, 23, 334–339 [in Ukrainian].
17. Stewart, B. A., & Lal, R. (2018). Increasing world average yields of cereal crops: it's all about water. *In Advances in Agronomy*, 151, 1–44.
18. Röder, M., Thornley, P., Campbell, G., & Bows-Larkin, A. (2014). Emissions associated with meeting the future global wheat demand: A case study of UK production under climate change constraints. *Environmental Science & Policy*. 39. 13– 24.
19. Morgun, V. V., & Topchii, T. V. (2018). Znachennia stiikykh sortiv ozymoi pshenytsi, vyvchennia dzherel i donoriv stiikosti do shkidnykiv ta osnovnykh zbudnykiv khvorob [Importance of resistant winter wheat varieties, study of sources and donors of resistance to pests and major pathogens]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka – Plant Physiology and Genetics,* 3, 218–240 [in Ukrainian].
20. Demydov, A. A., Zamlila, N. P., Vologdina, G. B., Humeniuk, O. V., & Rysin, A. L. (2023). *Osoblyvosti vyznachennia adaptyvnosti selektsiinykh linii pshenytsi miakoi ozymoi v umovakh tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Features of determining the adaptability of winter soft wheat breeding lines in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine].* Kyiv: Komprint, 219 [in Ukrainian].
21. Boichuk, I. V. (2020). Obgruntuvannia pidboru sortiv pshenytsi ozymoi dlia umov pivdennoho stepu Ukrainy [Substantiation of selection of winter wheat varieties for the conditions of the southern steppe of Ukraine]. *Topical issues of the development of modern science*: The 7th International scientific and practical conference. Sofia, Bulgaria: ACCENT, 151–161 [in Ukrainian].
22. Lytvynenko, M. A. (2010). Realizatsiia henetychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi [Realization of genetic potential. Problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Nasinnytstvo – Seed production,* 6, 1–6 [in Ukrainian].
23. Vasyliuk, P. M., & Ulich, L. I. (2013). Naukove obgruntuvannia pislia reiestratsiinykh doslidzhen sortiv [Scientific substantiation of post-registration studies of varieties]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agrarian Science*, 1, 45–49 [in Ukrainian].
24. Morhun, V. V., Sanin, Ye. V., & Shvartau, V. V. (2012). Sorty ta optymalni systemy vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi [Varieties and optimal systems of winter wheat cultivation]. *Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine; 100 Centners Club. Syngenta Company*, 22–23 [in Ukrainian].
25. Soko, T., Bender, C. M., Prins, R., & Pretorius, Z. A. (2018). Yield loss associated with different levels of stem rust resistance in bread wheat. *Plant Disease*, 102(12), 2531–2538.
26. Sarto, M. V. M., Sarto, J. R. W., Rampim, L., Rosset, J. S., Bassegio, D., da Costa, P. F., & Inagaki, A. M. (2017). Wheat phenology and yield under drought: a review. Austral. *Journal Crop Science*, 11(8), 941–946.
27. Nazarenko, M., & Lykholat, Y. (2018). Influence of relief conditions on plant growth and development. *Dnipro university bulletin. Geology. Geography*, 26(1), 143–149.
28. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., & Lozinskyi, M. V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydyzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi T. *aestivum* L. na adaptyvnist do umov dovkillia [Principles of selection of pairs for hybridization in breeding of winter wheat T. *aestivum* L. for adaptability to environmental conditions]. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv – Factors of experimental evolution of organisms,* 16, 92–96 [in Ukrainian].

29. Lozinskyi, M. V., Ustynova, H. L., Obrazhii, S. V., & Dikhtiarenko, V. M. (2021). Osoblyvosti uspadkuvannia masy zerna holovnoho kolosu za hibrydyzatsii riznykh za skorostyhlistiu sortiv pshenytsi miakoi ozymoi [Features of inheritance of grain weight of the main ear in hybridization of different early maturity winter wheat varieties]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 9, 61–68 [in Ukrainian].
30. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Dubova, O. A., Chaika, A. M., & Lozinskyi, M. V. (2019). Lehenda bilotserkivska – sylnyi za yakist sortu mʻiakoi pshenytsi ozymoi intensyvnoho typu [Legend of Belotserkovskaya – a quality strong variety of soft winter wheat of intensive type]. *Ahrarna nauka – vyrobnytstvo. Naukovo-informatsiinyi biuleten zavershenykh naukovykh rozrobok – Agrarian science – production. Scientific information bulletin of completed scientific developments*, 15 [in Ukrainian].
31. Opria, A. T., Dorohan-Pysarenko, L. O., Yehorova, O. V., & Kononenko, Zh. A. (2014). *Statystyka [Statistics].* Kyiv: Center of educational literature, 536 [in Ukrainian].
32. Chebakov, M. P., Lebedieva, G. D., & Vlasenko, V. A. (2006). Vykorystannia vykhidnoho materialu pshenytsi ozymoi zakhidnoievropeiskoho ekotypu ta yoho rol u stvorenni vysoko adaptyvnykh sortiv [Use of winter wheat source material of the Western European ecotype and its role in the development of highly adaptive varieties]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn – Variety research and protection of plant variety rights*, 3, 5–17 [in Ukrainian].
33. Lyfenko, S. P. (2002). Istoriia henetyky i selektsii pshenytsi v Ukraini [History of genetics and wheat breeding in Ukraine]. *Speech at the VII Congress of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders named after M.I. Vavilov*. Crimea, Beregovo, 1 [in Ukrainian].
34. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., & Koliuchyi, V. T. (2012). *Istoriia henetyky i selektsii pshenytsi v Ukraini [Breeding evolution of Myronivka wheat].* Mironovka, 330 [in Ukrainian].
35. Kunah, V. A. (2008). Rozvytok henetyky v Natsionalnii akademii nauk Ukrainy (do 90-richchia vid chasu zasnuvannia Ukrainskoi akademii nauk) [Development of genetics in the National Academy of Sciences of Ukraine (to the 90th anniversary of the Ukrainian Academy of Sciences)]. *Visnyk Ukrainskoho tovarystva henetykiv i selektsioneriv – Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, 6(1), 3–43 [in Ukrainian].

Бурденюк-Тарасевич Л.А., Лозінський М.В., Дубова О.А., Грабовський М.Б. Широка адаптивна здатність сорту пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська – цілеспрямоване залучення до гібридизації степового і лісостепового екотипів

Мета дослідження. Створення нового вихідного матеріалу і сортів пшениці м'якої озимої залученням до гібридизації степового і лісостепового екотипів. **Матеріали і методика досліджень**. Селекційний процес створення сорту пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська включав такі послідовні етапи: розробка моделі сорту, підбір вихідних форм, гібридизація (Одеська 51 / Киянка // Миронівська 33) – створення синтетичного матеріалу для доборів, дослідження відібраного матеріалу у селекційному та контрольному розсадниках, попереднє і конкурсне сортовипробування, Державна науково-технічна експертиза. Сівбу пшениці м'якої озимої проводили в останніх числах третьої декади вересня−початок жовтня. Агротехніка − загальноприйнята для Лісостепу України. Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали за А.Т. Опря, Л.О. Дорогань−Писаренко та ін. (2014 р.). **Результати.** Досліджували родовід нового сорту пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська, особливості попереднього сортовипробування селекційних ліній Лютесценс 436 і Лютесценс 437 по попереднику горох. Конкурсне сортовипробування лінії Лютесценс 437 проводили за двома попередниками горох і сидеральний пар, отримані результати порівнювали з середньогруповим стандартом, показники якого формували за оцінкою сортів-стандартів Перлина лісостепу, Білоцерківська напівкарликова, Подолянка. Встановлені відмінні особливості і апробаційні ознаки сорту Легенда білоцерківська. **Висновки.** Сорти пшениці м'якої озимої, які створені залученням до гібридизації кращих світових генотипів є цінним матеріалом для селекції культури з метою розширення генетичного різноманіття і підвищення продуктивного та адаптивного потенціалу виду. Цілеспрямованим залученням до внутрішньовидової гібридизації степового і лісостепового екотипів, створено сорт пшениці м'якої озимої Легенда білоцерківська з високим генетичним потенціалом продуктивності і широкою адаптивністю, що підтверджується включенням до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні і рекомендований до вирощування в зоні Лісостепу, Степу і Полісся України. Встановлені генотипові відмінності до екстремальних метеорологічних умов досліджуваних років за формування врожайності і показників якості зерна, зимостійкості і стійкості проти хвороб.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, екотипи, сорти, врожайність, показники якості зерна, стійкість проти хвороб.

Burdeniuk-Tarasevych L.A., Lozinskyi M.V., Dubova O.A., Hrabovskyi M.B. Wide adaptive capacity of soft winter wheat variety Lehenda bilotserkivska – targeted involvement of steppe and forest-steppe ecotypes in hybridization

The purpose. Creation of new starting material and varieties of soft winter wheat by involving steppe and forest-steppe ecotypes in hybridization. **Methods.** The breeding process of creating the winter soft wheat variety Legend of Bilotserkivska included the following successive stages: development of the variety model, selection of initial forms, hybridization (Odeska 51 / Kyianka // Myronivska 33) – creation of synthetic material for selection, study of the selected material in breeding and control nurseries, preliminary and competitive variety testing, State scientific and technical expertise. The soft winter wheat was sown in the last days of the third decade of September and early October. Agricultural practices were common for the Forest-Steppe region of Ukraine. The statistical processing of the obtained biometric data was carried out according to A.T. Oprya, L.O. Dorohan-Pysarenko et al. (2014). **Results.** The pedigree of the new variety of soft winter wheat Legend of Bila Tserkva, the features of the preliminary variety testing of the breeding lines Lutestsens 436 and Lutestsens 437 on the pea predecessor were studied. Competitive variety testing of the line Lutestsens 437 was conducted on two predecessors pea and green manure, the results were compared with the average group standard, the indicators of which were formed

by evaluating the varieties-standards Perlyna lisostepu, Bilotserkivska napivkarlykova, Podolianka. The distinctive features and approbation traits of the variety Lehenda bilotserkivska were established. **Conclusions.** Winter bread wheat varieties created by hybridizing the world's best genotypes are valuable material for crop breeding to expand genetic diversity and increase the productive and adaptive potential of the species. By purposeful involvement of steppe and forest-steppe ecotypes in intraspecific hybridization, a variety of soft winter wheat Lehenda bilotserkivska with high genetic potential for productivity and wide adaptability was created, which is confirmed by its inclusion in the State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine and recommended for cultivation in the Forest-Steppe, Steppe and Polissya zones of Ukraine. The genotypic differences to extreme meteorological conditions of the studied years in the formation of yield and grain quality, winter hardiness and disease resistance were established.

Key words: soft winter wheat, ecotypes, varieties, yields, grain quality, disease resistance.

УДК 633.861.2:631.52
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.39

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ ШАФРАНУ ПОСІВНОГО (*CROCUS SATIVUS* L.)

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
БОРОВИК В.О. – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0003-0705-2105
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ШУКАЙЛО С.П. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0008-1689-6530
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ХОМЕНКО Т.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9199-6664
Український інститут експертизи сортів рослин
СЕРГЄЄВ Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-3895-5633
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України
КОГУТ І.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4418-5954
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. В Україні динамічно зростає інтерес до вирощування пряно-ароматичних трав, які користуються високим попитом на світовому ринку. Однією з культур, що відноситься до категорії нішевих, можна з впевненістю вважати шафран посівний (*Crocus Sativus* L.), який відноситься до роду півникових (*Iridaceae*). Шафран високо цінується як сама найдорожча кулінарна спеція та вважається «червоним золотом», завдяки своїм смаковим та ароматичним якостям. Тому вивчення та впровадження цієї культури у виробництво є економічно привабливим і актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Шафран дуже широко використовується в сфері медицини, харчовій промисловості, косметології, в якості ароматизатора та барвника [1]. Компоненти, що входять до складу шафрану – кровини, пікрокроцин та шафранал визначають його смак, запах та колір [1-4]. Приймочка маточки квітки шафрану містить значну кількість різноманітних біологічно активних речовин (БАР), а саме – амінокислоти, флаваноїди, вітаміни, антоціани, мінеральні речовини, камедкроцетин, кровин, пікроцин, сафранал, тощо [5]. Крім того, культура є об'єктом постійних наукових досліджень з виявлення потенційних лікувальних можливостей. Вважається, що каротиноїди шафрану мають високу антиоксидантну здатність для здоров'я людини, тому зацікавленість до культури та її можливостей зростає.

Шафран (*Crocus sativus* L.) – цінна геофітна рослина, попит на яку, як спеції, останнім часом зростає на світових ринках завдяки її широкому застосуванню та цінності. При цьому, вегетативний спосіб розмноження культури та посадки високоякісних бульбоцибулин обмежують виробництво шафрану, значно корелюють розмноження та ріст культури кліматичні фактори. Тому важливо розробити альтернативні способи вирощування і розмноження крокусу в контрольованому середовищі, що надало б змогу забезпечити сталу продуктивність культури та уникнути негативного впливу кліматичних змін [4-6].

На даний час попит на дану пряність у світі значно перевищує пропозицію, тому впродовж останніх років запроваджується її вирощування, як нішевої культури, і в Україні. Природні площі зростання шафрану в Україні відносно незначні і це здебільшого біосферні заповідні зони Карпат, Прикарпаття, Тернопільської та Хмельницької областей, Поділля. Незначні площі посіву крокусу посівного в останні роки запроваджено і в Херсонській області.

Шафран посівний – стерильна рослина. Через триплоїдну природу і відсутність розмноження селекційні роботи з ним не ведуться. Вегетативне розмноження бульбоцибулинами відбувається дуже повільно, що перешкоджає активному розширенню площ вирощування. Крім того, багаторічне безстатеве розмноження крокусу бульбоцибулинами робить його сприйнятливим до різних фітопатогенів, є причиною високого рівня інфікування посадкового матеріалу та обумовлює зниження його якості [4].

Мікроклонування шафрану за біотехнологічним методом культури тканин (*in vitro*) надає можливість

зберегти ідентичність матеріалу та отримати високоякісні і цінні вторинні метаболіти [5-7]. Даний метод відзначається низкою переваг, у порівнянні зі звичайним вегетативним методом розмноження, ріст та розвиток експлантів не залежить від погодних умов, дозволяє зберегти, відтворити та розмножити види та сорти, що погано піддаються розмноженню в природних умовах. За умови дотримання стерильності, оптимального температурного і світлового режиму та добору поживного середовища, впродовж року можливо отримати декілька циклів відтворення культури. За методом *in vitro*, можна отримати екологічно чисту калусну біомасу в будь-якій кількості, використовувати її як оздоровлений посадковий матеріал. Відтак, першочерговою задачею при дослідженні шафрану посівного (*Crocus sativus L*.) був добір оптимальних умов розмноження культури за методом *in vitro*.

Розмноження шафрану в умовах *in vitro* передбачає, перед усім, отримання оздоровленого посадкового матеріалу. Однак, на даний час сам метод потребує більш об'ємного дослідження, уточнення та уніфікації, а саме: визначення оптимальної схеми розмноження мікробульбоцибулин шафрану в умовах *in vitro*, уточнення строків розмноження, добору та оптимізації складу живильного середовища, дослідження інтродукції, визначення впливу низькотемпературного шоку, тощо.

Зважаючи на універсальність використання культури, її якісні характеристики (наявність в складі БАР), відносну невибагливість до умов вирощування, особливо за умов кліматичних змін, вивчення особливостей вегетації та методів її розмноження є актуальним напрямом дослідження.

Науково-дослідна робота є продовженням попередніх досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН у 2019-2020 рр. Попередніми дослідженнями лабораторії біотехнології картоплі Інституту було визначено оптимальні строки введення шафрану посівного в культуру *in vitro*, необхідні дози та експозиції дезинфікантів; отримано меристеми та рослини *in vitro*; досліджено особливості їх росту; здійснено порівняльний морфологічний аналіз органів вихідної рослини і структур, що виникають в культурі *in vitro*.

Метою наукової роботи було оптимізувати процеси розмноження шафрану посівного за методом in vitro на різних модифікаціях поживного середовища; дослідити вплив складу середовища на ріст біомаси та утворення міні бульбоцибулин шафрану.

Матеріали та методи досліджень. Лабораторні дослідження проводились згідно загальноприйнятих в біотехнології методів [8-10]. При використанні методу культури тканини всі операції, пов'язані з садінням матеріалу, проводились в асептичних умовах, при стерилізації не тільки живильного середовища, посуду, інструментів, а й рослинного матеріалу [10, 11]. Стерилізація посуду та інструментів проводилась стандартними методами, що використовуються при роботі з культурою рослинних тканин.

З метою систематизації та узагальнення отриманих результатів застосовувались математико-статистичні методи обробки експериментальних даних за загальноприйнятими методиками дисперсійного та регресійного аналізу [12, 13].

Однією з головних проблем, яку необхідно було вирішити під час застосування культури *in vitro,* була дезінфекція посадкового матеріалу перед його розміщенням на живильне середовище. Навіть, якщо експлант не загинув при заражені грибковими та бактеріальними інфекціями, які можуть знаходитись на поверхні цибулин, гальмуються та пригнічуються усі біологічні процеси подальшого росту і розвитку. Тому обов'язкова умова культури тканин – якісна стерилізація самих експлантів та навколишнього середовища. З метою одержання стерильного та життєздатного матеріалу стерилізацію проводили у декілька етапів. Безпосередньо перед висадкою експлантів, їх дезінфекцію проводили за схемою: етанол 95 % – витримка 1 хв. → виокремлення фрагментів з брунькою → етанол, 80 % – 1 хв. → розчин гіпохлориту натрію, 5 % – 10 хв. → дворазова промивка стерильною дистильованою водою [11].

Результати дослідження. Важливим аспектом біотехнологічного методу культури (*in vitro*) є правильний підбір компонентів живильного середовища, концентрації та співвідношення регуляторів росту в їхньому складі, які і визначають напрям розвитку введеного біоматеріалу. Основою росту тканин і органів рослин є утворення і ріст клітин апікальної меристеми, що проходять низку послідовних етапів: поділу, росту, розтягнення і диференціювання. Реалізація морфогенетичних потенцій апікальних меристем крокусу залежала від балансу в живильному середовищі компонентів, що забезпечують трофічну (макро- і мікросолі, вуглеводи і амінокислоти) та регуляторну (гормони, вітаміни) функції клітин [8, 10]. У свою чергу, оптимізацію складу відповідного живильного середовища визначає співвідношення у ньому ауксинів і цитокінінів. Одержаний стерильний матеріал висаджували на живильні середовища Мурасіге і Скуга (МС) із різним умістом (концентрацією) регуляторів росту: цитокініни – 6-бензиламінопурин (БАП), ауксини – β-індолилмасляна кислота (ІМК) та α-нафтилоцтова кислота (НОК). Таким чином, досліджували ефективність шести варіантів модифікованих живильних середовищ.

На початку липня підготовані відповідним чином експланти шафрану культивували на агаризованому живильному середовищі Мурасіге Скуга (МС) доповненого екзогенними регуляторами росту з різним гормональним складом для подальшого росту, відповідно до схеми досліду. Висаджені експланти крокусу витримували в режимі 16-годинного фотоперіоду за температури +24°С. Кількість висаджених калюсних фрагментів в досліді – по 100 штук у кожному варіанті.

Вже від початку дослідження відзначали чітку активацію висаджених фрагментів: вихід неінфікованих експлантів на 7 день від посадки був досить високий – 97,4 %, на 14 день – 91,9 %. Проростки, в основному це були бічні верхівкові бруньки, з яких зазвичай з'являється листя, мали висоту до 0,5 см. У той же час, генеративні верхівкові та малі нижні бруньки пробуджувались дещо пізніше. На незначній частині фрагментів

(10-15 %) відмічали активацію клітинних поділів під дією фітогормонів – спостерігали початок формування калусних мас першого типу (раньовий калус). На цей час у рослинних клітин існує подвійний гормональний контроль поділу: ауксин готує клітину до поділу, який потім запускається цитокініном [4].

Пересадка на нове живильне середовище з відповідним складом, згідно схеми досліду, відбувалась в подальшому через 60 діб.

Відзначено певні особливості росту та розвитку оздоровлених експлантів крокусу посівного залежно від умов культивування. Для відстеження направленості динаміки змін щомісячно підраховували кількість живих рослин-регенерантів (табл. 1), проводили заміри висоти ростків, частоту формування калюсу, зеленого листя та справжніх коренів.

Перенесення рослин-регенерантів через місяць від початку досліду з пробірок у 0,5 л євробанки призвела до збільшення інфікованості матеріалу, внаслідок чого вижило лише до 70 % від висаджених експлантів.

Порівняльний аналіз свідчить, що впродовж чотирьох місяців перевагу мали два варіанти (БАП, 2,0 та БАП+ІМК, 1,0+0,5 мкмоль/л), в яких частка живих експлантів перевищувала умовний контроль (БАП, 6,0 мкмоль/л). Кількість живих експлантів на 120-день дослідження склала 49 та 57 %, відповідно. Останній варіант можна відзначити як лідер за кількістю живих рослин-регенерантів. Найменше рослин вижило у варіанті з комбінацією регуляторів росту БАП + НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л, де частка оздоровлених експлантів в середньому складала лише 29 %.

Різні комбінації живильного середовища мали вплив не тільки на приживаність експлантів, але й на динаміку їх розвитку. Висоту рослин-регенератів вимірювали починаючи від 0,5 см (табл. 2).

Максимальну висоту проростків крокусу *in vitro* більше 0,5 см відзначались через місяць після введення в культуру в варіанті з комбінацією фітогормонів БАП+НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л на фоні агаризованого середовища МС.

На другий місяць від введення в середовище *in vitro* висота проростків знаходилась в межах 1,7-2,5 см, залежно від варіанту.

Перевагу в ростових процесах відзначено у варіантах з комбінаціями фітогормонів БАП+ІМК, 1+0,5 та 1+1 мкмоль/л та БАП+НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л, які забезпечили достовірний приріст проростків на 0,3-0,7 см проти контрольних показників. На третій місяць досліджень висота проростків усіх варіантів була більшою за контроль (БАП 6,0), проте лідерами були 6-й та 3-й варіанти (БАП+НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л та БАП+ІМК 1+0,5, мкмоль/л) – 5,3 та 4,8 см. На четвертий місяць

Таблиця 1

Вихід оздоровлених експлантів крокусу посівного залежно від модифікації поживного середовища, % (2024 р.)

№ варіанту	Комбінації умісту регуляторів росту в поживному середовищі Мурасіге Скуга (МС)	Концентрація, мкмоль/л	Кількість висаджених експлантів, шт.	Кількість оздоровлених експлантів, %, на день від садіння					
				7-й	14-й	30-й	60-й	90-й	120-й
1	БАП*	6	100	97,4	91,9	70	58	51	43
2		2	100				60	52	49
3	БАП+ІМК**	1,0+0,5	100				70	66	57
4		1,0+1,0	100				45	44	35
5		0,5+1,0	100				54	48	38
6	БАП+НОК***	2,0+0,5	100				43	41	29

*Примітка: * – БАП (бензамінамінопурин); ** – БАП+ІМК бензамінамінопурин + β-індолилмасляна кислота; *** – БАП+НОК бензамінамінопурин + α-нафтилоцтова кислота*

Таблиця 2

Висота рослин-регенератів крокусу посівного in vitro більше 0,5 см, залежно від модифікації поживного середовища, см

№ вар.	Комбінації умісту регуляторів росту в поживному середовищі Мурасіге-Скуга (МС)	Концентрація, мкмоль/л	Висота рослин крокусу посівного *in vitro*, см, місяць, через		
			2-й	3-й	4-й
1	БАП*	6,0	1,7±0,1	3,2±0,2	6,5±1,3
2		2,0	2±0,2	4±0,4	5,4±0,5
3	БАП+ІМК**	1,0+0,5	2,1±0,1	4,8±1	6,9±0,4
4		1,0+1,0	2,4±0,1	3,9±0,4	5,1±0,9
5		0,5+1,0	2,1±0,2	4,4±0,6	4,8±1,1
6	БАП+НОК***	2,0+0,5	2,5±0,3	5,3±0,6	5,8±0,5

*Примітка: * – БАП (бензамінамінопурин); ** – БАП+ІМК бензамінамінопурин + β-індолилмасляна кислота; *** – БАП+НОК бензамінамінопурин + α-нафтилоцтова кислота*

найбільша висота зафіксована у 1-му (контрольному) та 3-му варіантах, найменша – 4,8 см у варіанті БАП+ІМК, 0,5+1 мкмоль/л.

На третій місяць розвитку окремі рослини in vitro сформували справжнє зелене листя (на відміну від позеленіння катафіл, що знаходяться на світлі) Найкраще формувався справжній листочок на третій місяць у зафіксованому контрольному варіанті (БАП, 6,0 мкмоль/л) та у варіанті з комбінацією поживного середовища БАП+ІМК (1+0,5 мкмоль/л) – по 12 % (3-й місяць) та 14 і 21 %, відповідно (4-й місяць) (табл. 3).

На третій місяць також фіксували утворення перших корінців. До цього часу їх функцію виконували залишки тканин материнської бульбоцибулини та безформні калусні маси другого типу [14, 15].

Як результат, відзначали, що найбільше сформовано справжніх розгалужених коренів у експлантів при використанні в поживному середовищі фітогормонів БАП+ІМК у концентрації 1+0,5 мкмоль/л. За першого вимірювання (3-й місяць) сформовано коренів у 22 % експлантів, за наступного вимірювання (4-й місяць) 31 %, відповідно. Формування справжніх корінців також відзначено у 17 % експлантів у варіанті з БАП, 2,0 мкмоль/л. При цьому, відзначено, що варіанти з комбінацією гормонів БАП+ІМК, 1+1 мкмоль/л та БАП+НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л не сформували жодного справжнього листя та коріння.

Культивовані експланти шафрану впродовж періоду дослідження активно вегетували та в кінцевому результаті сформували повноцінні мікробульбоцибулини. Отримані мікроклубні було розподілено за масою на три фракції: ≤ 1,5 г, 1,6-2,0 г та ≥ 2,1 г. Максимальну частку крупних мікробульбоцибулин (з вагою ≥ 2,1 г), яка склала 23 та 20 %, відзначено у варіантах з комбінацією фітогормонів БАП+ІМК у концентрації 1+0,5 мкмоль/л та БАП, 2,0 мкмоль/л на агаризованому середовищі МС (рис. 1).

Комбінація фітогормонів БАП+ІМК, 1,0+1,0 мкмоль/л та БАП+НОК, 2,0+0,5 мкмоль/л не забезпечили формування повноцінних мікробульбоцибулин, що визначає

Таблиця 3

Кількість рослин-регенерантів крокусу, що сформували справжнє листя та корінь, % (2024 р.)

№ вар.	Варіанти комбінації умісту регуляторів росту в поживному середовищі Мурасіге-Скуга (МС)	Концентрація, мкмоль/л	Кількість експлантів зі справжнім листям, %		Кількість експлантів зі справжнім корінцем, %	
			місяць від введення в культур			
			3-й	4-й	3-й	4-й
1	БАП*	6,0	12	14	0	11
2		2,0	2	10	5	17
3	БАП+ІМК**	1,0+0,5	12	21	22	31
4		1,0+1,0	0	0	0	0
5		0,5+1,0	6	6	6	6
6	БАП+НОК***	2,0+0,5	0	0	0	0

*Примітка: * – БАП (бензамінамінопурин); ** – БАП+ІМК бензамінамінопурин + β-індолилмасляна кислота; *** – БАП+НОК бензамінамінопурин + α-нафтилоцтова кислота*

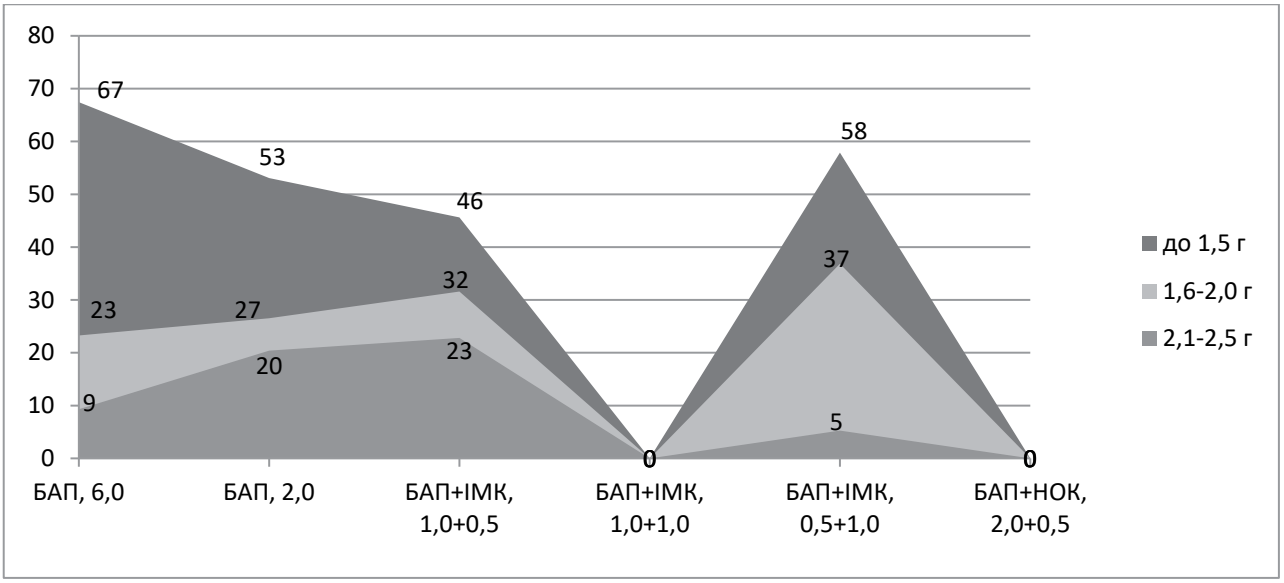


Рис. 1. Структурний розподіл культивованих in vitro мікробульбоцибулин шафрану посівного (Crocus sativus* L.*) за масою в залежності від модифікації живильного середовища, %

дані середовища як непридатні для культивування шафрану.

Проведені дослідження доводять можливість культивування шафрану посівного (*Crocus sativus* L.) за методом *in vitro*, який забезпечує отримання неіфікованих мікробульбоцибулин – оздоровленого посадкового матеріалу, придатного до подальшого розмноження. Визначено оптимальні комбінації живильного середовища, які забезпечують можливість клонування мікроклубнів та їх повноцінний розвиток. Це, в свою чергу, підтверджує повноцінність біотехнологічного методу культури крокусу посівного та перспективність даного напрямку дослідження.

Висновки. Вихід оздоровлених експлантів шафрану посівного (*Crocus sativus* L.) залежав від умов культивування: у лабораторних умовах на агаризованих живильних середовищах МС з вмістом БАП 2 мкмоль/л та НОК 0,5 мкмоль/л вихід неінфікованих експлантів шафрану на 7 день після садіння був 97,4 %, на 14 день – 91,9 %.

Якість поживного середовища та концентрація фітогормонів впливали на ростові процеси крокусу посівного. Найкраще формувався справжній листочок на третій місяць у зафіксованому контрольному варіанті (БАП, 6,0 мкмоль/л) та у варіанті з комбінацією поживного середовища БАП+ІМК (1+0,5 мкмоль/л) – по 12 % (3-й місяць) та 14 і 21 %, відповідно (4-й місяць).

Найбільше сформовано справжніх розгалужених коренів у експлантів крокусу при використанні в поживному агаризованому середовищі регуляторів росту БАП+ІМК за концентрації 1+0,5 мкмоль/л – 22 % за першого вимірювання (3-й місяць) та 31 % – за наступного (4-й місяць).

Максимальну частку (23 %) крупних мікробульбоцибулин шаффрану посівного (≥ 2,1 г) сформовано на агаризованому середовищі МС з комбінацією фітогормонів БАП+ІМК у концентрації 1+0,5 мкмоль/л.

Дослід доводить можливість культивування шафрану посівного (*Crocus sativus* L.) за методом in vitro, який забезпечує отримання неіфікованих мікробульбоцибулин – оздоровленого посадкового матеріалу, придатного до подальшого розмноження.

Комбінація фітогормонів БАП+ІМК у концентрації 1+0,5 мкмоль/л забезпечила максимум (57 %) живих експлантів крокусу посівного, які в кінцевому результаті сформували повноцінні мікробульбоцибулини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Phytochemistry, quality control and medicinal uses of Saffron (*Crocus sativus* L.): an updated review / Aissa R., Ibourki M., Bouzid H. A., Bijla L. *Journal of Medicine and Life*. 2023. 16 (6). DOI: 10.25122/jml-2022-0353.
2. Analysis of Global Saffron (*Crocus sativus* L.) Research Trends Between 2000-2023 / Tosan M., Siuki A. H., Sanghari M., Moghaddam P. R. *Saffron Agronomy & Technology*. 2024. 1(2). P. 115-138. DOI:10.22048/jsat.2024.443037.1524.
3. Yang W., Qiu X., Wu Q. et al. Active constituents of saffron (*Crocus sativus* L.) and their prospects in treating neurodegenerative diseases. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2023. 25(5). https://doi.org/10.3892/etm.2023.11934.
4. Mir R. A., Tyagi A., Hussain S. J., Almalki M. A. Saffron, a Potential Bridge between Nutrition and Disease Therapeutics: Global Health Challenges and Therapeutic Opportunities. 2024. *Plants.* 3(11):1467 DOI: 10.3390/plants13111467.
5. Pandita D. Saffron (*Crocus sativus* L.): phytochemistry, therapeutic significance and omics-based biology. *Medicinal and Aromatic Plants*. 2021. P. 325-396. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819590-1.00014-8.
6. Cardoso J. C., BS de Oliveira M. E., CI Cardoso F**.** Advances and challenges on the in vitro production of secondary metabolites from medicinal plants. *Horticultura Brasileira*, 2019. (2), p. 124-132. DOI: 10.1590/S0102-053620190201.
7. 7.Maggi M. A., Bisti S., Picco C. Saffron: Chemical Composition and Neuroprotective Activity. 2020 p.; 25 (23): 5618. doi: 10.3390/molecules25235618**.**
8. Тканинні культури лікарських рослин Карпат для збереження біорізноманіття / Загородня Д. С., Петенко І. Б., Тепла Ю. І., Петріна Р. О. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Біологічні досягнення»,* 21-23 березня 2020 р. м. Житомир. С. 358-360.
9. Сатарова Т. М., Абраімова О. Є., Вінніков А. І., Черенков А. В. Біотехнологія рослин: навчальний посібник. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.
10. Рибальченко А. М., Криворучко Л. М. Мікроклональне розмноження в культурі in vitro: можливості та переваги використання. *Український журнал природничих наук*. 2024. № 10. с. 155-158. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.14.
11. Манушкіна Т. М. Біотехнологія в рослинництві: *курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2016. 51 с.*
12. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.
13. Propagation of Saffron (*Crocus sativus* L.) through tissue culture: a review / Tahiri A., Mazri M. A., Youssef K., Naima A. A. *Journal of Horticulture and Biotechnology.* 2022. 98 (1). P. 10-30. DOI: 10.1080/14620316.2022.2078233
14. Halim R., Guler B., Gurel A., Bayraktar M. (). In vitro callus induction of saffron (*Crocus Sativus* L.). *International Journal of Innovative Science and Research Technology.* 2018. Volume 3, Issue 11. Pp. 696-700. https://www.researchgate.net/publication/334194105_In_Vitro_Callus_Induction_of_Saffron_Crocus_Sativus_L

REFERENCES:

1. Aissa, R., Ibourki, M., Bouzid, H.A., & Bijla, L. (2023). Phytochemistry, quality control and medicinal uses of Saffron (*Crocus sativus* L.): an updated review. *Journal of Medicine and Life*, 16 (6). DOI: 10.25122/jml-2022-0353
2. Tosan, M., Siuki, A.H., Sanghari, M., & Moghaddam, P.R. (2024). Analysis of Global Saffron (*Crocus sativus* L.) Research Trends Between 2000-2023. Saffron *Agronomy & Technology*, 1(2), 115-138. DOI:10.22048/jsat.2024.443037.1524

3. Yang, W., Qiu, X., Wu, Q., Chang, F., Zhou, T., Zhou, M., & Pei, J. (2023). Active constituents of saffron (*Crocus sativus* L.) and their prospects in treating neurodegenerative diseases. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 25(5). https://doi.org/10.3892/etm.2023.11934
4. Mir, R.A., Tyagi, A., Hussain, S.J., & Almalki, M.A. (2024). Saffron, a Potential Bridge between Nutrition and Disease Therapeutics: Global Health Challenges and Therapeutic Opportunities. *Plants,* 3(11):1467 DOI: 10.3390/plants13111467
5. Pandita, D. (2021). Saffron (*Crocus sativus* L.): phytochemistry, therapeutic significance and omics-based biology. *Medicinal and Aromatic Plants*. P. 325-396. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819590-1.00014-8
6. Cardoso, J.C., BS de Oliveira, M. E., & CI Cardoso, F. (2019). Advances and challenges on the in vitro production of secondary metabolites from medicinal plants. *Horticultura Brasileira*. (2), p. 124–132. DOI: 10.1590/S0102-053620190201 [in English].
7. Maggi, M.A., Bisti, S., & Picco, C. (2020). Saffron: Chemical Composition and Neuroprotective Activity. 25 (23): 5618. doi: 10.3390/molecules25235618
8. Zahorodnia, D.S., Petenko, I.B., Tepla, Yu.I., & Petrina, R.O. (2020). Tkanynni kultury likarskykh roslyn Karpat dlia zberezhennia bioriznomanittia. [Tissue cultures of medicinal plants of the Carpathians for biodiversity conservation]. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Biolohichni dosiahnennia» – All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Biological Achievements".* Zhytomyr, 358-360 [in Ukrainian].
9. Satarova, T.M., Abraimova, O.E., Vinnikov, A.I., & Cherenkov, A.V. (2016). *Biotekhnolohiia roslyn [Plant biotechnology].* Dnipropetrovsk: Adverta, 136 [in Ukrainian].
10. Rybalchenko, A.M., & Kryvoruchko, L.M. (2024). Mikroklonalne rozmnozhennia v kulturi in vitro: mozhlyvosti ta perevahy vykorystannia. [Microclonal propagation in in vitro culture: possibilities and advantages of use] *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk – Ukrainian Journal of Natural Sciences,* 10, 155-158. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.14 [in Ukrainian].
11. Manushkina, T.M. (2016). *Biotekhnolohiia v roslynnytstvi: ourse of lectures [Biotechnology in crop production: a course of lectures].* Mykolaiv: MNAU, 51 [in Ukrainian].
12. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of field experiment results in agriculture].* Kherson: Ailant, 378 [in Ukrainian].
13. Tahiri A., Mazri M. A., Youssef K., Naima A. A. (2022). Propagation of Saffron (*Crocus sativus* L.) through tissue culture: a review. *Journal of Horticulture and Biotechnology*, 98 (1), 10-30. DOI: 10.1080/14620316.2022.2078233
14. Halim, R., Guler, B., Gurel, A., & Bayraktar, M. (2018). In vitro callus induction of saffron (*Crocus Sativus* L.). *International Journal of Innovative Science and Research Technology, Volume 3, Issue 11, Pp. 696-700.* https://www.researchgate.net/publication/334194105_In_Vitro_Callus_Induction_of_Saffron_*Crocus_Sativus*_L.

Вожегова Р.А., Боровик В.О., Шукайло С.П., Хоменко Т.М., Сергеєв Л.А., Когут І.М. Особливості мікроклонального розмноження шафрану посівного *(Crocus sativus L.)*

Розмноження шафрану в умовах in vitro передбачає, перед усім, отримання оздоровленого посадкового матеріалу. **Мета.** Оптимізувати процеси розмноження шафрану посівного за методом in vitro на різних модифікаціях поживного середовища; дослідити вплив складу середовища на ріст біомаси та утворення міні бульбоцибулин шафрану. **Методи**. Візуальні – для ведення фенологічних спостережень; вимірювально-вагові – для визначення біометричних показників та продуктивності; математично-статистичні – для встановлення достовірності дослідів та вивчення кореляційних залежностей. Біотехнологічний метод культури тканин (in vitro) з експлантами шафрану посівного проводили в мікроклоальнній лабораторії Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України. **Результати**. Рослини шафрану посівного (*Crocus sativus L.*) через особливості генотипну не здатні до статевого розмноження, це можливо лише за рахунок висадки бульбоцибулин. В той же час, їх багаторазове використання призводить до значного інфікування та зниження якості посадкового матеріалу. Використовуючи метод in vitro, з експлантів шафрану посівного індукували нові неінфіковані рослини – міні бульбоцибулини, придатні до подальшого розмноження. Для мікроклонування використовували агаризоване поживне середовище *Мурасіге Скуга* (МС) доповненого екзогенними регуляторами росту з різним гормональним складом, відповідно до схеми досліду. **Висновки**. Результати досліджень показали, що шафран посівний (*Crocus sativus* L.) успішно культивується в умовах *in vitro*. Отримано відмінні результати схожості та приживання експлантів шафрану, які в процесі вегетації утворили повноцінні мікробульбоцибулини, придатні для подальшого розмноження. У свою чергу якість культивування значною мірою залежала від природи фітогормонів, їх концентрації та співвідношення в поживному середовищі.

Ключові слова: in vitro, експланти, катафіли, калус, мікробульбоцибулини, агаризоване середовище, фітогормони.

Vozhehova R.A., Borovyk V.O., Shukailo S.P., Khomenko T.M., Serhieiev L.A., Kohut I.M. Features of microclonal propagation of saffron seeds *(Crocus sativus* L.*)*

Propagation of saffron in vitro involves, first of all, obtaining healthy planting material. **Purpose.** To optimize the processes of saffron seed propagation using the in vitro method on various modifications of the nutrient medium; to investigate the influence of the medium composition on the growth of biomass and the formation of saffron mini corms. **Methods**. Visual – for conducting phenological observations; measurement and weight – for determining biometric indicators and productivity; chemical – for studying qualitative indicators; mathematical and statistical – for establishing the reliability of experiments and studying correlation dependencies. The biotechnological method of tissue culture (in vitro) with crocus seed explants was carried out in the microclonal laboratory of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the NAAS of Ukraine. **Results**. Saffron seed

plants (*Crocus sativus* L.) due to their genotypic characteristics are not capable of sexual reproduction, this is possible only by planting corms. At the same time, their repeated use leads to significant infection and a decrease in the quality of planting material. Using the in vitro method, new uninfected saffron plants were induced from saffron explants – mini corms, suitable for further propagation. For microcloning, Murashige Skoog (MS) agar medium supplemented with exogenous growth regulators with different hormonal composition was used, according to the experimental scheme.

Conclusions. The results of the studies showed that saffron (*Crocus sativus* L.) is successfully cultivated in vitro. Excellent results were obtained for germination and establishment of saffron explants, which during the vegetation period formed full-fledged microcorms, suitable for further propagation. In turn, the quality of cultivation largely depended on the nature of phytohormones, their concentration and ratio in the nutrient medium.

Key words: in vitro, explants, cataphylls, callus, microcorms, agar medium, phytohormones.

УДК 633.11"324":631.559(292.486)(1–17)(477)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.40

ФОРМУВАННЯ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНОЇ ПІДЗОНИ СТЕПУ УКРАЇНИ

КОВАЛЬОВ С.Р. – аспірант
orcid.org/0009-0003-5317-4143
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Створення нових сортів з комплексом господарсько цінних ознак в умовах зростаючих коливань погодних умов є одним з головних завдань в селекції і, як важливий метод, гібридизація займає важливе місце [1]. Одним з найбільш ефективних методів є внутрішньовидова гібридизація. Оскільки процес довготривалий то питання завчасного визначення вдалих поєднань ознак в ранніх поколіннях є досить важливим, оскільки дає змогу спрогнозувати правильність вибору вихідного матеріалу батьківських форм для схрещування і селекційну цінність гібридних комбінацій [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця м'яка озима є однією з трьох найбільш споживаних зернових культур у світі, поряд з рисом і кукурудзою [3], і важливим джерелом поживних речовин для людства [4, 5]. Продукція вироблена з зерна пшениці є основним джерелом поживних речовин для близько 40 % населення світу і посідає одне з центральних місць в харчуванні людини [6, 7].

Одним з найважливіших завдань будь-якої селекційної програми і кінцевою метою є створення високоврожайних сортів, проте врожайність є однією з найскладніших кількісних характеристик більшості видів, в тому числі і пшениці м'якої озимої [8], а складність полягає в комплексній полігенності господарсько-цінних ознак та різним рівнем реакції на абіотичні фактори [9].

Гібридизація – важлива складова і метод практичної селекційної роботи з сільськогосподарськими культурами [10–12] і вдалий підбір потенційно цінного вихідного матеріалу в якості батьків є важливим і відповідальним кроком для створення кращих комбінацій схрещувань і виведення нових сортів з бажаними характеристиками, завдяки чому і відбувається формотворчий процес за господарсько цінними ознаками і властивостями [13].

Основними факторами, що впливають на врожайність пшениці, є кількість зерен з колоса, кількість колосків в колосі та маса 1000 зерен, і як дослідники вказують, мають значну варіабельність [14], тому селекціонери прагнуть знати, наскільки варіабельність ознак є генетичною і в якій мірі ця варіабельність може бути успадкована, оскільки ефективність селекції сильно залежить від адитивної генетичної дисперсії, впливу навколишнього середовища і взаємодії між генотипом і середовищем, [15] оскільки урожайність, як і більшість кількісних ознак, мають низьку успадковуваність [16]. Знання ступеня ефекту гетерозису відіграє вирішальну роль у виборі методології селекції. Підвищення врожайності гібридного сорту пшениці за рахунок гетерозису є однією з найбільш перспективних стратегій. Вважається, що гетерозис відіграв значну роль у підвищенні врожайності пшениці від 3,5 до 15 % і тому прояв та ступінь гетерозису в поколінні F_1 дає змогу передбачати виникнення в наступних поколіннях трансгресивних зразків [17, 18], що в свою чергу підвищує ефективність доборів у гібридних популяціях зразків з бажаними ознаками і допомагає селекціонерам усунути менш ефективні або менш продуктивні схрещування в поколінні F_1 [19].

Загалом, здатністю гібрида перевищувати свої батьківські форми за продуктивністю, розміром вегетативних і генеративних органів та стійкістю до біотичних та абіотичних факторів зовнішнього середовища виражається як позитивний гетерозис, в той час як знижена активність відома як негативний гетерозис. Позитивна і негативна оцінка гетерозису має велике значення в селекції рослин залежно від цілей селекції. Так інбридинг-депресію часто визначають як знижену пристосованість або енергійність інбредних особин порівняно з їхніми неінбредними аналогами. На противагу цьому гетерозис, проявляється у збільшенні розміру, швидкості росту або інших параметрів через збільшення гетерозиготності в гібридах F_1 між інбредними лініями. Інбридинг-депресія, депресивний ефект, є вираженням ознак, що виникають внаслідок підвищення гомозиготності [20, 21].

Таким чином, результати щодо успадкування кількісних ознак продуктивності гібридами F_1 пшениці м'якої озимої колоса неоднозначні даних через залежність ознак від генотип–умов вирощування, тому актуальним є встановлення характеру успадкування ознак в умовах.

Мета. Метою дослідження є визначення особливостей основних сукупностей середовища, як фону для добору за ознаками продуктивності та порівняння гібридів першого покоління (F_1) та батьківських форм, встановлення мінливості та фенотипового домінування морфометричних та господарсько цінних ознак сортів та гібридів пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України і подальше використання генотипів з кращою продуктивністю в селекційних дослідженнях.

Матеріали та методика досліджень. Впродовж 2023–2024 років проводились дослідження зі створення та вивчення гібридів першого покоління (F_1) у системі двотестерного схрещування, де вихідним матеріалом слугували 8 сортів пшениці озимої м'якої, 4 батьківських форм (♂) – Комерційна, Олексіївка, Співанка, КСВ 34 та 2 тестера (♀) – Палітра і Богиня степового та лісостепового екотипів вітчизняної селекції, та 2 батьківські форми (♂) – RGT Reform, Match Ball зарубіжної

селекції західноєвропейського інтенсивного екотипу. Досліди проведено в навчально–науковому центрі Дніпровського державного аграрно–економічного університету за місцем знаходженням розташований на лівому березі річки Дніпро і поруч з річкою Самарою за координатами: широта 48°50'N, довгота 35°25'E, висота 89 м над рівнем моря. Ґрунтовий покрив ділянок – чорнозем звичайний малогумусний середньопотужний повнопрофільний, з домінуючими чорноземами звичайними малогумусними повнопрофільними (близько 70 %) та слабкоеродованими (близько 25 %). Більша частина повнопрофільних чорноземів (68 %) містить у шарі 0–30 см від 3 до 3,5 % гумусу. В орному шарі ґрунту міститься 0,18–0,23 % валового азоту, 100–150 мг/кг рухливого фосфору (P_2O_5), 200–300 мг/кг обмінного калію (K_2O). Реакція ґрунтового розчину гумусового горизонту близька до нейтральної (pH – 6,75–7,29). Поглинені луги представлені, в основному, кальцієм та магнієм.

Основний, передпосівний обробіток ґрунту був загальноприйнятим для Степової України, посів зразків проводили ручною сівалкою за схемою – материнська форма – F_1. Норма висіву – 4 млн/га або 60 зерен в рядку, попередник – чорний пар. У фазу повної стиглості зерна матеріал збирали вручну в снопи. Визначали морфометричні особливості сортів та гібридів спеціальними методами дослідження: польовим, структурного аналізу, статистичними. Досліди проведено згідно загально прийнятої методики [22] і були виконані наступні спостереження та дослідження: вегетаційний період (від сходів до повної стиглості зерна), проведено аналіз структури продуктивності (кількість зерен у колосі, довжина колоса, маса тисячі зерен, маса зерна з колоса, маса колоса, кількість колосків в колосі). Також визначали успадкування продуктивності та структурних елементів у F_1 гібридів пшениці м'якої озимої за показником ступеню фенотипового домінування ознак (h_p).

Математично–статистичну обробку експериментальних даних проведено за допомогою дисперсійного та варіаційного аналізів [23, 24], з використанням програм STATISTICA 10 та Excel. Ступінь фенотипового домінування визначали за методикою B. Griffing [25]. Групування отриманих даних виповнено відповідно до класифікації G. M. Beil, R. E. Atkins [26]: позитивне наддомінування ($hp>+1$); позитивне домінування ($+0,5<hp\leq+1$); проміжне успадкування ($-0,5\leq hp\leq0,5$); негативне домінування ($-1\leq hp<-0,5$); негативне наддомінування ($hp<-1$).

Результати досліджень. Погодні умови за вегетаційний період 2023–2024 років були контрастними, що дало змогу всебічно оцінити реакцію сортів на абіотичні фактори. Так умови року характеризувались дуже теплим осінньо-зимовий періодом. У фази сходів–кущіння середньодобова температура стабільно перевищувала норму на 2,5–5,5 °С з опадами більше норми на 1–12,3 мм, крім вересня, де опадів майже не було (5,8 мм при нормі 68,0 мм). Період спокою був теплим (на 1,84–4,27 °С вище норм) з опадами в межах норми. Початок весняного періоду був теплим з добрим накопиченням вологи, у першій і другій декаді в травні були відмічені подекуди заморозки до мінус –2 °С, влітку спостерігалась надзвичайно жарка і посушлива погода, середньодобова температура перевищувала норму на 2,5–5,2 °С за місяцями, максимум спостерігався у червні та липні 22,9–26,8 °С відповідно, в найтепліші дні температура сягала 32–37 °С за постійно недостатнього вологозабезпечення за місяцями, лише в першій декаді червня кількість опадів перевищала норму 33,6 мм при 19,0 мм.

Коефіцієнт ГТК за період весняної вегетації коливався від 0,02 до 0,55 що вказує на сильну посуху в важливіші фази розвитку и росту рослин пшениці м'якої озимої, най посушливими була перша декада травня (фаза колосіння) та третя декада червня (Таблиця 1).

Таким чином погодні умови 2023–2024 років не сприятливі через заморозки в травні місяці, великі температури влітку та посуху.

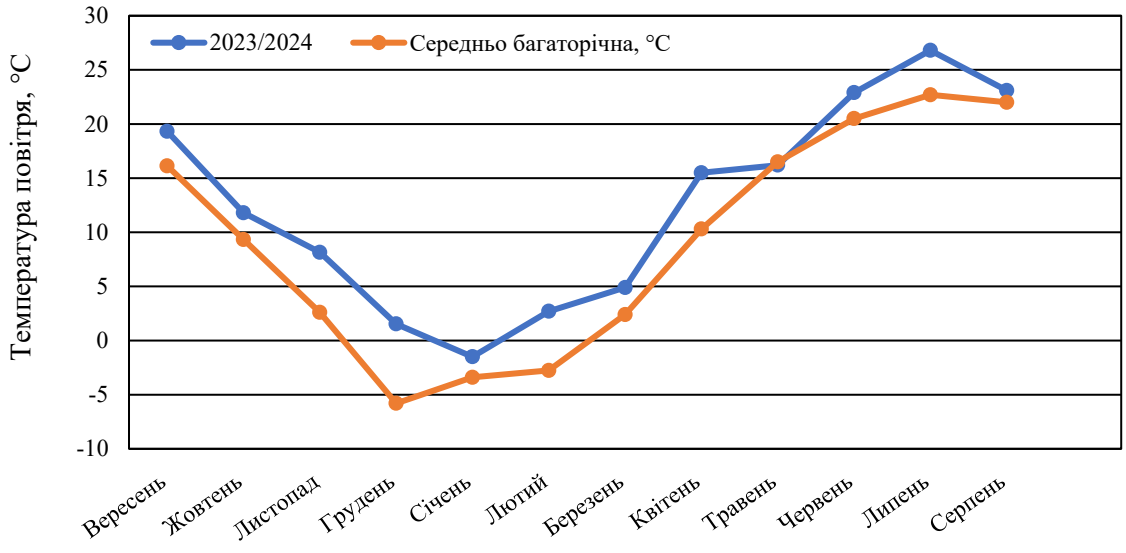


Рис. 1. Середньодобова температура повітря вегетаційний період 2023–2024 р. за даними АМСГ Дніпро

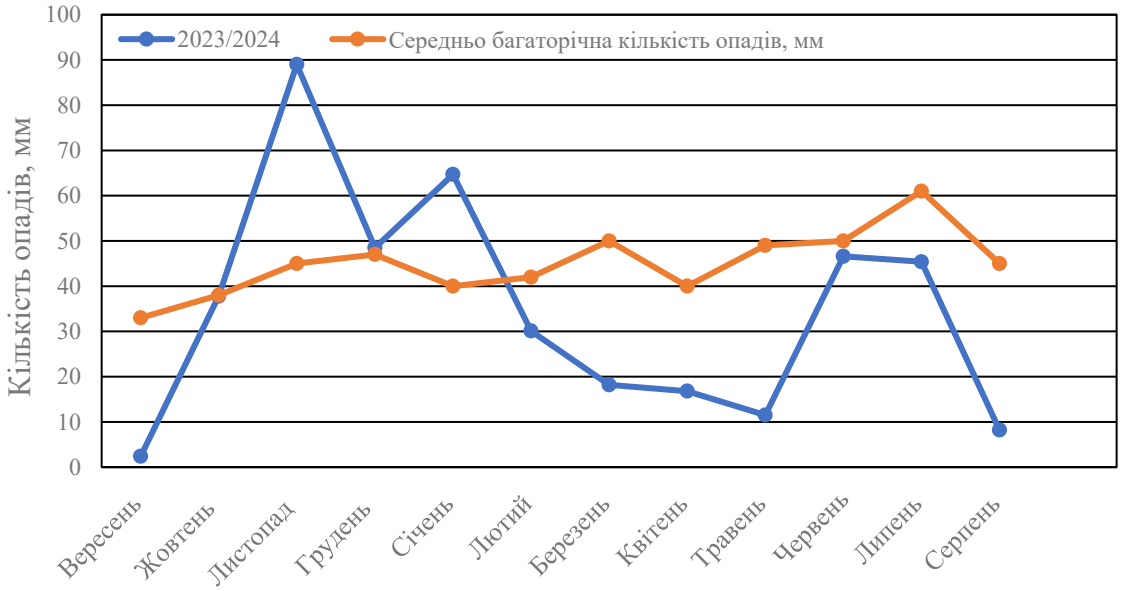


Рис. 2. Кількість опадів за вегетаційний період 2023–2024 р. за даними АМСГ Дніпро

Таблиця 1

Метеодані в період після відновлення вегетації пшениці м'якої озимої 2024 р.

Місяць	Декада	Середньодобова температура повітря, °С	Сума активних температур, °С	Сума опадів, мм.	ГТК
квітень	I декада	15,1	150,8	1,6	0,1
	II декада	16,3	162,7	16,6	1,01
	III декада	16,4	163,8	2,2	0,13
	за місяць	**15,8**	**477,3**	**16,8**	**0,41**
травень	I декада	14,8	148,3	0,4	0,02
	II декада	13,9	139,5	1,7	0,12
	III декада	20,0	200,4	9,4	0,46
	за місяць	**16,2**	**480,7**	**13,8**	**0,2**
червень	I декада	24	239,7	12,0	0,5
	II декада	23,1	230,6	33,6	1,45
	III декада	21,9	218,8	1	0,04
	за місяць	**23**	**689,1**	**46,6**	**0,55**
Весь період вегетації		**16,5**	**1654,6**	**78,5**	**0,42**

У вегетаційний період 2024 року серед батьківських компонентів за показниками структури врожайності більшу довжину колоса мали – Олексіївка, RGT Reform (9,84–9,96 см при середньому 9,25 см), а меншу – Комерційна та Match Ball (8,27–8,82 при 9,25 см). За показниками кількістю колосків з колоса – RGT Reform, Співанка (17,91–18,57 шт. при 16,56 шт.) та за кількістю зерен RGT Reform (30,28 шт. при 27,18 шт.). За масою зерна з головного колоса – Співанка, RGT Reform, Match Ball (1,11–1,15 г при 1,07 г) і меншу мають – Комерційна та КСВ 34 (1,02 г при 1,07 г), та масою колоса – Богиня і Match Ball (1,43–1,57 г при 1,53 г). За масою тисячі зерен більшу мали Співанка та Олексіївка (40,91–41,78 г при 39,60 г). Найбільше варіювання серед ознак продуктивності мав показник кількості колосків з колоса (CV=7,92 %), а найменше – маса зерна з колоса (CV=4,39 %). Най врожайними серед батьківських сортів стали Співанка та Палітра (5,7–5,8 т/га при 5,1 т/га), а найменш врожайним був сорт RGT Reform – 3,8 т/га при 5,1 т/га (Таблиця 2).

За тривалістю вегетаційного періоду батьківські сорти не мають значних відмінностей, окрім RGT Reform, де тривалість вегетаційного періоду 2024 року складала 253–264 доби із середнім 256,5 діб, а у RGT Reform 264 доби, проте в цілому це менше в середньому на 20 діб від звичайної тривалості вегетаційного періоду для батьківських форм, і зменшення вплинуло безпосередньо на масові та метричні показники, в бік зменшення довжини колоса, маси зерна з колоса та маси тисячі зерен.

Показники структури гібридів першого покоління (F_1) мали наступні: довжина колоса – 8,31–10,23 см з середнім 9,47 см, відрізнились комбінації Богиня×КСВ 34 – 10,23 см та Палітра×Співанка – 9,69 см, найменшу довжину мали

Таблиця 2

Структура врожайності сортів пшениці м'якої озимої 2024 р.

Сорт	Оригінатор	Різновидність	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт.		Маса зерна з колоса, г	Маса колоса, г	Маса тисячі зерен, г	Урожайність, т/га	Тривалість вегетаційного періоду, діб
				зерен	колосків					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Палітра	СГІ-НЦНС	Erythrospermum Körn.	9,01	26,83	17,23	1,07	1,45	39,32	5,7	254
Богиня	ДДСДС НААН	Erythrospermum Körn.	9,81	25,31	15,91	1,04	1,43	38,52	5,3	256
Олексіївка	ДДСДС НААН	Erythrospermum Körn.	9,84	26,42	15,88	1,06	1,61	41,78	4,9	254
Співанка	ДДАЕУ	Erythrospermum Körn.	9,36	27,31	17,91	1,15	1,66	40,91	5,8	257
Комерційна	ДДАЕУ	Erythrospermum Körn.	8,82	27,23	16,42	1,02	1,45	40,27	5,5	253
КСВ 34	ДДАЕУ	Lutescens Al.	8,93	26,81	14,41	1,02	1,54	39,79	5,0	256
Match Ball	RAGT Chezch, s.r.o.	Erythrospermum Körn.	8,27	27,07	16,13	1,11	1,57	40,48	4,9	258
RGT Reform	Groupe RAGT	Erythrospermum Körn.	9,92	30,28	18,57	1,11	1,52	35,71	3,8	264
Середня	-	-	**9,25**	**27,17**	**16,56**	**1,07**	**1,53**	**39,60**	**5,1**	**256,5**
$НІР_{05}$	-	-	**0,68**	**1,63**	**1,51**	**0,05**	**0,27**	**2,14**	**0,73**	**3,98**
CV%	-	-	**6,37**	**5,20**	**7,92**	**4,39**	**5,41**	**4,69**	**12,43**	**1,35**

Таблиця 3

Структура врожайності гібридів F1 пшениці м'якої озимої 2024 р.

Материнкський ♀ компонент,	Батьківський ♂ компонент,	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт.		Маса зерна з колоса, г	Маса колоса, г	Маса тисячі зерен, г	Урожайність, т/га	Тривалість вегетаційного періоду, діб
			зерен	колосків					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Богиня	Комерційна	9,52	28,72	16,21	1,22	1,51	42,38	5,2	255
	Співанка	9,55	28,74	16,95	1,20	1,53	41,7	5,6	257
	КСВ 34	10,23	27,03	15,30	1,17	1,45	42,49	6,7	254
	Олексіївка	9,46	27,9	15,45	1,18	1,47	41,93	6,8	254
	Match Ball	10,1	26,27	18,75	1,11	1,38	42,29	4,5	256
	RGT Reform	9,98	30,12	16,20	1,26	1,52	41,25	6,5	260
Палітра	Комерційна	9,06	27,89	16,95	1,22	1,45	42,57	5,7	254
	Співанка	9,69	29,25	15,55	1,26	1,55	41,81	5,9	257
	КСВ 34	9,48	26,50	16,45	1,10	1,37	40,97	6,8	258
	Олексіївка	9,24	27,7	17,45	1,24	1,53	42,06	6,6	258
	Match Ball	8,96	27,94	16,30	1,17	1,43	41,25	5,2	257
	RGT Reform	8,31	29,97	17,4	1,22	1,51	40,02	5,1	262
Середня	-	**9,47**	**28,17**	**16,58**	**1,20**	**1,48**	**41,73**	**5,9**	**256,8**
$НІР_{05}$	-	**0,47**	**1,11**	**1,10**	**0,05**	**0,05**	**0,66**	**0,69**	**2,21**
CV%	-	**5,63**	**4,41**	**5,97**	**4,37**	**4,06**	**1,79**	**13,38**	**0,97**

Богиня×Олексіївка – 9,46 см та Палітра×RGT Reform – 8,31 см; кількість зерен – 28,01–33,97 шт. з середнім 31,47 шт. і з проміж комбінацій відрізнились Богиня×RGT Reform – 30,12 шт., Богиня×Співанка – 28,74 шт., Палітра×RGT Reform – 29,97 шт., Палітра ×Співанка – 29,25 шт.; кількість колосків у колосі – 14,08–17,45 шт. з середнім 16,02 шт., що менше на 4,36 % в середньому за батьківські компоненти, та комбінації Богиня×Match Ball – 18,75 шт., Палітра×Олексіївка – 17,45 шт.; маса зерна з колоса – 1,10–1,26 г з середнім 1,20 г, що більше на 12,14 % в середньому за батьківські компоненти;; маса колоса – 1,37–1,55 г з середнім 1,48 г та комбінації Богиня×Співанка – 1,53 г, Богиня× RGT Reform – 1,52 г, Палітра×Співанка – 1,55 г, Палітра×Олексіївка – 1,53 г; маса тисячі зерен – 40,02–42,57 г з середнім 41,73 г та комбінації Богиня×КСВ 34 – 42,49 г, Богиня×Комерційна – 42,38г, Палітра×Комерційна–42,57г, Палітра×Олексіївка– 42,06 г. Найбільше варіювання ознак продуктивності мав показник кількості колосків з колоса (CV=5,97 %), а найменше – маса тисячі зерен (CV=1,79 %).

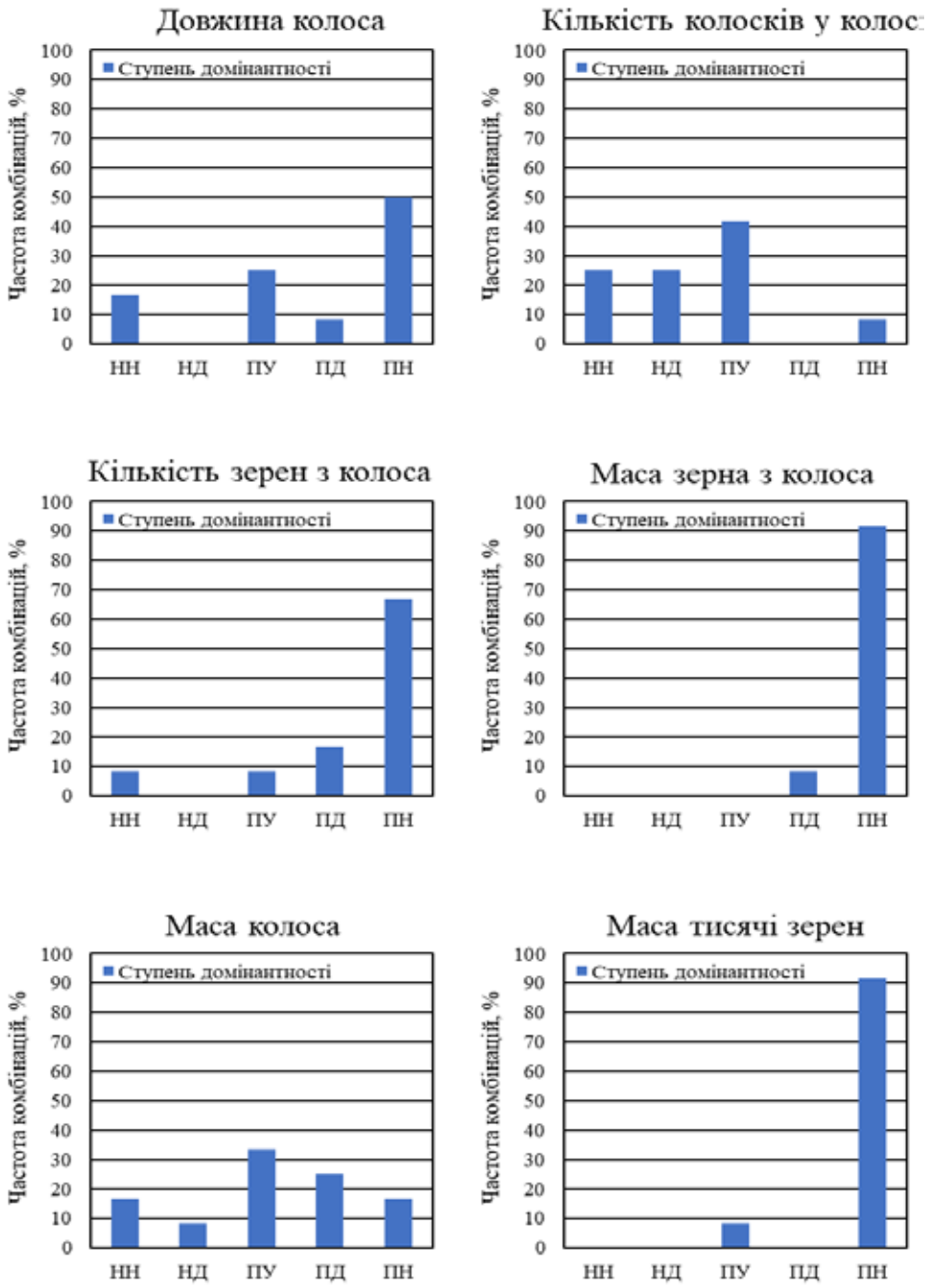


Рис. 3. Розподілення гібридних популяцій пшениці м'якої озимої за величиною hp за 2024 рік

Примітки: НН – негативне наддомінування, НД – негативне домінування, ПУ – проміжне успадкування, ПД – позитивне домінування, ПН – позитивненаддомінування

Врожайність була в середньому 5,9 т/га з варіюванням CV=13,38 %, найбільшу врожайність продемонстрували наступні комбінації: Палітра×КСВ34 – 6,8 т/га, Палітра×Олексіївка – 6,6 т/га, Богиня×Олексіївка – 6,8 т/га та Богиня× Олексіївка – 6,8 т/га, Богиня×КСВ 34 – 6,7 т/га. Найменшу врожайність мали комбінації Палітра×RGT Reform – 5,1 т/га та Богиня× Match Ball – 4,5 т/га (Таблиця 3).

У гібридів першого покоління відмічено збільшення за показниками продуктивності від батьківських компонентів в середньому на 2,37–15,82 %, а саме за довжиною колоса більше на 2,37 %, кількістю зерен з колоса – 15,82 %, масою зерна з колоса – 12,14 %, за масою колоса – 4,35 %, за масою тисячі зерен – 5,37 %, за урожайністю – 15,68 % і тільки кількістю колосків з колоса менше на 4,36 % в порівнянні з батьківськими формами. Комбінації за участю сорту Богиня відрізнялись від комбінацій з сортом Палітра більшою довжиною колоса (в середньому за участю сорту Богиня 9,81 см та Палітри 9,12 см) та масою тисячі зерен (в середньому за участю сорту Богиня 42,01 г та Палітри 41,44 г) за іншими показниками істотних розбіжностей в середньому виявлено не було.

На рисунку 3 продемонстровано розподіл гібридних комбінацій в залежності від ступеня домінантності за структурою врожайності.

За довжиною колоса було виявлено більшість типів успадкування, де переважаючим типом було позитивне наддомінування (50 %), проміжне успадкування (25 %) та негативне наддомінування (16,67 %) і позитивне домінування (8,33 %). Схожий закономірність в успадкуванні було виявлено і за показником кількості зерен з колоса, де переважаючий тип успадкування позитивне наддомінування (66,67 %), позитивне домінування (16,67 %) та негативне проміжне успадкування і наддомінування (по 8,33 % в обох). У кількості колосків з колоса також було виявлено майже всі типи успадкування, а проміжне успадкування було переважаючим типом з ступенем домінантності 41,67 %, негативне домінування та наддомінування мали ступінь 25 %, а позитивне наддомінування – 8,33 %. Маса зерна з колоса та маса тисячі зерен мали переважаючим успадкуванням саме позитивне наддомінування – 91,67 %, з проявами проміжного успадкування та позитивного домінування (8,33 %). У маси колоса відмічено всі типи успадкування, де переважаючим було проміжне успадкування (33,33 %), позитивне домінування – 25 %, позитивне наддомінування та негативне наддомінування – 16,67 % та негативне домінування – 8,33 %.

Висновки. За результатами дослідження встановлено різний рівень варіювання ознак батьківських компонентів та гібридів F_1 та їх різний характер успадкування довжини колоса та ознак структури врожайності і досить складний характер взаємодії генотип-середовище в умовах екстремального за погодними умовами 2024 року. Серед батьківських компонентів за показниками продуктивності відризнялись сорти Співанка, Олексіївка, Палітра, Богиня, так і в цілому більш вдалі комбінації за участю сортів Співанка, Олексіївка та КСВ 34. Найменші показники серед батьківських сортів мав RGT Reform, незважаючи на це комбінації за його участю виділялись за показниками, а комбінація Богиня×RGT Reform має одну з кращих врожайностей. Найбільш розповсюдженим типом успадкування виявлено позитивне наддомінування (гетерозис), що зустрічається за всіма показниками структури врожайності. В цілому кращими комбінаціями є Палітра×Олексіївка, Палітра×КСВ34, Богиня×КСВ34, Богиня×КСВ 34 та Богиня×Олексіївка і виділені за своєю продуктивністю, зі стабільним проявом за ознаками позитивного домінування та наддомінуванням і можуть становити інтерес та практичну селекційну цінність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Чернобай Ю.О., Рябчун В.К. Формування довжини колосу та кількість колосків у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої. Збірник тез міжнародної наукової Інтернет-конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження вчених-рослинників академіка АН УРСР Страхова Т.Д., професора Кучумова П.В. (17–18 червня 2020 р.). Харків, 2020. С. 106–107.
2. Бакуменко О. М., Власенко В. А. Гетерозис та успадкування маси 1000 насінин в F1 пшениці м'якої озимої (Triticum aestivum L.). *Автохтонні та інтродуковані рослини*. 2015. № 11. С. 67–73. ISSN 2220-1114.
3. Zewdu D., Dabi A., Duga R., Alemu G., Geleta N., Sime D., Delesa A., Solomon T., Zeyaye H., NegashT., GetamesayA., AsnakeD., AsefaD., TadesseZ., Shewaye Y. Bread wheat (Triticum aestivum L.) variety development, release and registration for rainfed areas of Ethiopia. Global Journal of Research in Agriculture & Life Sciences, 2024, 4 (6), P. 83–98.
4. Meshal M. A. Genetic parameters estimation for some wild wheat species and their F1hybrids grown in different regions of Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 2022, 29, P. 521–525. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.09.015
5. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraful Alam M., Syed M. A., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T. Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (Triticum aestivum L.) under the changing climate. Agronomy, 2021, 11 (2), P. 241. https://doi.org/10.3390/agronomy11020241
6. Fareed G., Keerio A. A., Mari S. N., Ullah S., Mastoi A. A., Arain M. A., Adeel M., Shah M. A., Mengal A. M., Badini, M. I. Estimation of hetrosis in F1 hybrids of bread wheat genotypes. Journal of Appleid Research in Plant Sciences, 2024, 5 (1), P. 120–123. DOI:10.38211/joarps.2024.05.169
7. Ocaktan H., Güngör H., Dumlupinar Z. Heterosis and diallel analysis of yield and yield components of bread wheat F1 generation. Black Sea Journal of Agriculture, 2024, 7 (4), P. 363–376. DOI:10.47115/bsagriculture.1479163
8. Kaur S., Kaur J., Mavi GS., Dhillon GS., Sharma A., Singh R., Devi U., Chhuneja, P. Pyramiding of high grain weight with stripe rust and leaf rust resistance in elite Indian wheat cultivar using a combination of marker assisted and phenotypic selection. Front Genet, 2020, 11:593426. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.593426
9. Rangare N. R., Krupakar A., Kumar A., Singh S. Character association and component analysis in wheat

(Triticum aestivum L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 2010, 1, P. 231–238.
10. Fetahu S., Rusinovci I., Aliu S., Zeka, D. Inheritance of spike mass in F1 generation in wheat dependingon parents genetic diversity. Conference of Agriculture Sciences section, 2019, P. 62–64. DOI:10.13140/RG.2.2.10998.34886
11. Fetahu S., Rusinovci I., Aliu S., Zeka, D. Determination of heterosis and heterobeltiosis for plant height and spike grain weight of F1 generation in bread wheat. International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences, 2015, 5 (3), P. 431–436.
12. Adhikari A., Ibrahim M. A. H., Rudd J. C., Baenzinger S., Easterly A., Garts N., Belamkar V., Sarazin, J. B. Supplementing selection decisions in a hybrid wheat breeding program by using F2 yield as a proxy of F1 performance. Euphytica, 2020, 216 (8), P. 42. DOI:10.1007/s10681-020-02664-0
13. Dedaniya A. P., Pansuriya A. G., Vekaria D. M., Memon J. T., Vekariya T. A. Estimation of heterosis in different crosses of bread wheat (Triticum aestivum L.). International Journal of Chemical Studies, 2018, 6 (3), P. 3622–3628.
14. Chernobai Yu. O. & Riabchun V. K. Inheritance of spike productivity elements in F1 winter bread wheat hybrids. Plant Breeding and Seed Production, 2023, 122, P. 91–99. DOI:10.30835/2413-7510.2022.271757
15. Хахула В. С., Лозінська Т. П., Горновська С. В., Михайлюк Д. В., Крупа Н. М. Успадкування та трансгресивна мінливість кількості зерен у колосі у F1–F2 пшениці м'якої озимої. *Агробіологія*. 2023. № 1. С. 133–141. DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-133-141
16. Rahul S. R. Combining ability and heterosis for morphophysiological characters on bread wheat (Triticum aestivum L.). Agricultural Research & Technology Open Access Journal, 2017, 13(1), P. 1–8. DOI:10.19080/008ARTOAJ.2017.13.555868
17. Shah A. H., Rattar M. T., Zhang D., Tian L., Solangi A. Z., Rattar A. Q., Rattar Z. M., Memon A. S., Ali, B., Memon S., Nizamani S., Ali, S., Abro A. A., Anwar M. Heterosis and correlation studies in F1 hybrids of hexaploid wheat (Triticum aestivum L.) cultivars. World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences, 2022, 11(03), P. 119–131. DOI:10.30574/wjbphs.2022.11.3.0132
18. Sharma V., Dodiya N. S., Dubey R. B., Khan R. Combining ability analysis in bread wheat (Triticum aestivum L. em. Thell) underdifferent environmental conditions. Bangladesh Journal Botany, 2019, 48, P. 89–93. DOI: https://doi.org/10.3329/bjb.v48i1.47419
19. Singh S. P., Srivastava R., Kumar J. Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development. Acta Physiolgiae Plantarum, 2015, 37 (1), 1713. DOI:10.1007/s11738-014-1713-7
20. Якимчук Р. А. Характер успадкування довжини стебла карликовими мутантами пшениці м'якої озимої, отриманими в зоні Чорнобильської АЕС. *Фізіологія рослин і генетика*. 2018. Т. 50. № 1. С. 46–58. DOI: https://doi.org/10.15407/frg2018.01.046.
21. Allard, R. W. (1960). Principles of plant breeding. John Wiley, New York. pp: 83–108.
22. Методика поведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Вінниця, ФОП Коржун Д. Ю., 2016. С. 117.
23. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П.,, Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: посібник. Київ: Дія, 2005. 145 с.
24. McDonald J. H. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Maryland; Baltimore: Sparky House Publishing, 2014, 305 p.
25. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorgum. Iowa State Journal. 1965, 39. P. 3.
26. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics, 1950, 35. P. 303–321.

REFERENCES:

1. Chernobai. Yu. O. & Ryabchun, V. K. (2020). Formuvannia dovzhyny kolosu ta kilkist koloskiv u hibrydiv pershoho pokolinnia pshenytsi miakoi ozymoi [Spike length formation and number of spikelets in first generation hybrids of soft winter wheat]. Kharkiv, 106–107 (in Ukrainian).
2. Bakumenko, O. M. & Vlasenko V. A. (2015). Heterozys ta uspadkuvannia masy 1000 nasinyn v F1 pshenytsi miakoi ozymoi (Triticum aestivum L.) [Heterosis and inheritance of 1000-seed weight in F1 soft winter wheat (Triticum aestivum L.)]. Avtokhtonni ta introdukovani roslyny, 11, 67–73 (in Ukrainian). ISSN 2220-1114
3. Zewdu, D., Dabi, A., Duga, R., Alemu, G., Geleta, N., Sime, D., Delesa, A., Solomon, T., Zeyaye, H., Negash T., Getamesay, A., Asnake, D., Asefa, D., Tadesse & Z., Shewaye, Y. (2024). Bread wheat (Triticum aestivum L.) variety development, release and registration for rainfed areas of Ethiopia. Global Journal of Research in Agriculture & Life Sciences, 4 (6), 83–98.
4. Meshal, M. A. (2022). Genetic parameters estimation for some wild wheat species and their F1hybrids grown in different regions of Saudi Arabia. Saudi Journal of Biological Sciences, 29, 521–525. DOI:10.1016/j.sjbs.2021.09.015
5. Hossain, A., Skalicky, M., Brestic, M., Maitra, S., Ashraful Alam, M., Syed, M. A., Hossain, J., Sarkar, S., Saha, S., Bhadra, P. & Shankar, T. (2021). Consequences and mitigation strategies of abiotic stresses in wheat (Triticum aestivum L.) under the changing climate. Agronomy, 11 (2), p. 241. https://doi.org/10.3390/agronomy11020241
6. Fareed, G., Keerio, A.A., Mari, S.N., Ullah, S., Mastoi, A.A., Arain, M. A., Adeel, M., Shah, M. A., Mengal, A. M. & Badini, M. I. (2024). Estimation of hetrosis in F1 hybrids of bread wheat genotypes. Journal of Appleid Research in Plant Sciences, 5 (1), 120–123. DOI:10.38211/joarps.2024.05.169
7. Ocaktan, H., Güngör, H. & Dumlupinar, Z. (2024). Heterosis and diallel analysis of yield and yield components of bread wheat F1 generation. Black Sea Journal of Agriculture, 7 (4), 363–376. DOI:10.47115/bsagriculture.1479163
8. Kaur, S., Kaur, J., Mavi, GS., Dhillon, GS., Sharma, A., Singh, R., Devi, U. & Chhuneja, P. (2020). Pyramiding of high grain weight with stripe rust and leaf rust resistance in elite Indian wheat cultivar using a combination of marker assisted and phenotypic selection. Front Genet, 11:593426. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.593426
9. Rangare, N. R., Krupakar, A., Kumar, A., & Singh, S. (2010). Character association and component analysis in wheat (Triticum aestivum L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 1, 231–238.

10. Fetahu, S., Rusinovci, I., Aliu, S. & Zeka, D. (2019). Inheritance of spike mass in F1 generation in wheat dependingon parents genetic diversity. Conference of Agriculture Sciences section, 62–64. DOI:10.13140/RG.2.2.10998.34886
11. Fetahu, S., Rusinovci, I., Aliu, S. & Zeka, D. (2015). Determination of heterosis and heterobeltiosis for plant height and spike grain weight of F1 generation in bread wheat. International Journal of Ecosystems and Ecology Sciences, 5 (3), 431–436.
12. Adhikari, A., Ibrahim, M. A. H., Rudd, J. C., Baenzinger, S., Easterly, A., Garts, N., Belamkar, V. & Sarazin, J. B. (2020). Supplementing selection decisions in a hybrid wheat breeding program by using F2 yield as a proxy of F1 performance. Euphytica, 216 (8), p, 42. DOI:10.1007/s10681-020-02664-0
13. Dedaniya, A. P., Pansuriya, A. G., Vekaria, D. M., Memon, J. T. & Vekariya, T. A. (2018). Estimation of heterosis in different crosses of bread wheat (Triticum aestivum L.). International Journal of Chemical Studies, 6 (3), 3622–3628.
14. Chernobai, Yu. O. & Riabchun, V. K. (2023). Inheritance of spike productivity elements in F1 winter bread wheat hybrids. Plant Breeding and Seed Production, 122, 91–99. DOI:10.30835/2413-7510.2022.271757
15. Khakhula, V. S., Lozinska, T. P., Hornovska, S. V., Mykhailiuk, D. V. & Krupa N. M. (2023). Uspadkuvannia ta transhresyvna minlyvist kilkosti zeren u kolosi u F1–F2 pshenytsi miakoi ozymoi [Inheritance and transgressive variability of the number of grains per ear in F1-F2 winter wheat.]. Ahrobiolohiia, 1, 133–141 (in Ukrainian). DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-133-141
16. Rahul, S. R. (2017). Combining ability and heterosis for morphophysiological characters on bread wheat (Triticum aestivum L.). Agricultural Research & Technology Open Access Journal 13(1), 1–8. DOI:10.19080/008ARTOAJ.2017.13.555868
17. Shah, A. H., Rattar, M. T., Zhang, D., Tian, L., Solangi, A. Z., Rattar, A. Q., Rattar, Z. M., Memon, A. S., Ali, B., Memon, S., Nizamani, S., Ali, S., Abro, A. A. & Anwar, M. (2022). Heterosis and correlation studies in F1 hybrids of hexaploid wheat (Triticum aestivum L.) cultivars. World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences, 11(03), 119–131. DOI:10.30574/wjbphs.2022.11.3.0132
27. 18. Sharma, V., Dodiya, N. S., Dubey, R. B. & Khan, R. (2019). Combiningability analysis in bread wheat (Triticum aestivum L. em. Thell) underdifferent environmental conditions. Bangladesh Journal Botany, 48, 89–93. DOI: https://doi.org/10.3329/bjb.v48i1.47419
18. Singh, S. P., Srivastava, R. & Kumar, J. (2015). Male sterility systems in wheat and opportunities for hybrid wheat development. Acta Physiolgiae Plantarum, 37 (1), 1713. DOI:10.1007/s11738-014-1713-7
19. Yakymchuk, R. A. (2018). Kharakter uspadkuvannia dovzhyny stebla karlykovymy mutantamy pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanymy v zoni Chornobylskoi AES. [Nature of the inheritance of the stem length by dwarf mutants of winter bread wheat harvested in the Chornobyl NPP zone.] Fiziolohiia roslyn i henetyka, 50(1), 46–58 (in Ukrainian). DOI: https://doi.org/10.15407/frg2018.01.046.
20. Allard, R. W. (1960). Principles of plant breeding. John Wiley, New York. pp: 83–108.
21. Metodyka povedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine] (2016). Vinnytsia, FOP Korzun D. Yu., 117 (in Ukrainian).
22. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P. & Kostohryz, P. V. (2005). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy] (2005). Kyiv, Diya, P. 145 (in Ukrainian).
23. McDonald, J. H. (2014). Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland, P. 305.
24. Beil, G. M. & Atkins, R. E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorgum. Iowa State Journal, 39(3), 303–321.
25. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics, 35, 303–321.

Ковальов С.Р. Формування ознак продуктивності пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України

Визначення мінливості кількісних ознак та закономірності успадкування кількісних ознак батьківських форм та гібридів F_1 в конкртених агроекологічних умовах є одним з вирішальних кроків до успішної селекції. **Мета.** Мета дослідження полягає у визначенні особливостей основних сукупностей середовища, як фону для добору за ознаками продуктивності та порівняння гібридів першого покоління (F_1) та батьківських форм, встановлення мінливості та фенотипового домінування морфометричних та господарсько цінних ознак сортів та гібридів пшениці м'якої озимої в умовах північної підзони Степу України. **Методи.** Гібриди першого покоління (F_1) та батьківські форми аналізували за морфометричними та господарськоцінними ознаками, як довжина вегетаційного періоду, довжина колоса, кількість колосків, зерен у колосі, маса колоса, маса зерна з колоса, маса тисячі зерен та визначення мінливості цих показників, та визначення успадкування врожайності та структурних елементів у гібридів першого покоління пшениці м'якої озимої за ступенем фенотипового домінування (h_p). **Результати.** За результатами дослідження встановленно різну мінливість ознак продуктивності у батьківських форм та гібридів першого покоління, виділені кращі батьківські форми та гібриди F_1, також встановлено різний характер успадкування у гібридів F_1, виділені кращі комбінації з типом успадкування позитивне наддомінування та позитивне домінування, які можуть становити селекційну та практичну цінність. **Виновки.** У гібридів першого покоління виявлено збільшення майже за всіма показниками в порівнянні з батьківськими формами на 2,37–15,82 %, кращими комбінаціями стали Палітра×Олексіївка, Палітра×КСВ34, Богиня×КСВ34, Богиня×КСВ 34 та Богиня×Олексіївка і виділені за своєю продуктивністю, зі стабільним проявом за ознаками позитивного домінування та наддомінуванням, а найбільш розповсюдженим типом успадкування виявлено позитивне наддомінування (гетерозис), що зустрічається за всіма показниками структури врожайності.

Ключові слова: пшениця м'яка озима, мінливість кількісних ознак, батьківський компонент, гібридизація, урожайність.

Kovalov S.R. Formation of productivity traits of soft winter wheat in the northern subzone of the Steppe of Ukraine

Determining the variability of quantitative traits and the pattern of inheritance of quantitative traits of parental forms and F_1 hybrids is one of the crucial steps to successful breeding. **Purpose.** The aim of the study is to determine the features of the main environmental aggregates as a background for selection for productivity traits and comparison of first generation (F_1) hybrids and parental forms, to establish variability and phenotypic dominance of morphometric and economically valuable traits of winter bread wheat varieties and hybrids in the northern subzone of the Steppe of Ukraine. **Methods.** The first generation (F_1) hybrids and parental forms were analysed for morphometric and economically valuable traits such as length of vegetation period, spike length, number of spikelets, grains in spike, spike weight, weight of grain per spike, weight of thousand grains and determination of variability of these parameters, and determination of inheritance of yield and structural elements in first generation winter bread wheat hybrids by the degree of phenotypic dominance (hp). **Results.** The results of the study revealed different variability of productivity traits in parental forms and hybrids of the first generation, the best parental forms and F1 hybrids were identified, different inheritance patterns in F1 hybrids were also established, and the best combinations with the type of inheritance of positive superdominance and positive dominance were identified, which may be of breeding and practical value. **Findings.** The first-generation hybrids showed an increase in almost all indicators by 2.37–15.82% compared to the parental forms, the best combinations were Palitra× Oleksiivka, Palitra×KSW 34, Bohynia×KSW 34, Bohynia×KSW 34 and Boginya×Oleksiivka and were distinguished by their productivity, with stable manifestation of positive dominance and superdominance, and the most common type of inheritance was positive superdominance (heterosis), which is found in all indicators of the yield structure.

Key words: soft winter wheat, variability of quantitative traits, parental component, hybridisation, yield.

УДК 631.51.028:631.158.3
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.41

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ГОСПОДАРСЬКО-БІОЛОГІЧНИМИ ОЗНАКАМИ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

КРИЖАНІВСЬКИЙ В.Г. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-9803-6893
Уманський національний університет садівництва

Постановка проблеми. Сучасне зерновиробництво потребує сортів пшениці озимої, адаптованих до стресових кліматичних умов довкілля. Погіршення екологічної ситуації внаслідок антропогенного впливу, глобального потепління і аридизації клімату, спонукає до пошуку нових генотипів пшениці та шляхів реалізації їх стійкості до абіотичних, біотичних чинників довкілля. Сучасні сорти пшениці озимої повинні поєднувати повний комплекс цінних господарських ознак: урожайність, показники якості зерна, стійкість до абіотичних та біотичних факторів середовища, екологічну пластичність та інше. Дослідження впливу погодних умов вегетаційного періоду пшениці озимої є однією із основних проблем, розв'язання якої надасть змогу в повній мірі виявити потенціал продуктивності культури. Тому комплексного вивчення потребує визначення сортів пшениці, стійких до різних чинників довкілля для агроекосистем зон Лісостепу [1–3, с. 24, 48].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним із шляхів зменшення негативного впливу на довкілля, збереження й збільшення біорізноманіття є інтродукція адаптованих генотипів пшениці озимої, які здатні більшою мірою протидіяти негативним абіотичним і біотичним чинникам навколишнього природного середовища. Створені сорти з часом втрачають свій біопотенціал, через що поповнення антропічних екосистем новим адаптованим асортиментом, зокрема до сучасних змін клімату, є актуальним [4, с. 127].

Важливою біологічною особливістю пшениці озимої є тривалість вегетаційного періоду, яка залежить як від генотипу сорту, так і від умов вирощування. За вегетаційний цикл рослини проходять відповідні фази розвитку, пов'язані з утворенням і формуванням нових органів [5–7, с. 84, 38].

Залежно від температури, вологи, світла, тепла, забезпеченості поживними речовинами змінюється час, необхідний для формування і дозрівання врожаю. Найкраще розвиваються рослини при оптимальному забезпеченні необхідними факторами для росту і розвитку [8–10].

Вчені селекціонери [11–13], стверджують, що вегетаційний період пшениці озимої можна розподілити на два основних періоди: сходи–колосіння та колосіння–повна стиглість. Період сходи–колосіння є вирішальним в формуванні майбутнього врожаю. В цей час рослина проходить 8 з 11 етапів органогенезу і тому даний період значною мірою визначає майбутню продуктивність озимої пшениці і характеризує скоростиглість сорту.

Діяльністю селекціонерів [14] показано, що оптимальні умови для росту і розвитку створюються за вологості ґрунту 75–80% від польової вологоємності. Для проростання насінина озимої пшениці потребує 55–60% води від її маси, 400–500 становить її транспіраційний коефіцієнт. Перезволоження ґрунту восени знижує зимо- та морозостійкість посівів, а велика кількість весняно-літніх опадів призводить до сильного росту надземної маси, що може спричинити вилягання рослин і зниження врожайності [15].

В результаті комплексної оцінки сортів за параметрами екологічної пластичності виділено перспективні форми з різними екологічними характеристиками (пластичність, стабільність, адаптивність), які слід активно використовувати у селекційних програмах для підвищення загальної адаптивності пшениці, а також при створенні нових агроекологічно спеціалізованих сортів [16].

Мета. Метою дослідження було встановлення господарської цінності сортів пшениці м'якої озимої різного походження за ознаками продуктивності шляхом визначення закономірностей їх адаптивності (пластичності і стабільності) варіювання, гомеостатичності, мінливості комплексу ознак.

Матеріали та методика досліджень. Теоретико-методичну основу дослідження становлять фундаментальні положення сучасної теорії, наукові доробки вітчизняних та зарубіжних дослідників у сфері агрономічної роботи. Для вирішення поставлених завдань використано низку загальнонаукових методів польові і лабораторні для вивчення мінливості господарсько-цінних ознак пшениці озимої, математичні методи для достовірності отриманих даних.

Результати досліджень. В задачу досліджень входило визначити гомеостатичність і селекційну цінність генотипів пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності колоса, особливості сортів пшениці за цінними господарськими ознаками та параметри екологічної пластичності в зоні дослідження на протязі 2023–2024 років.

В умовах зміни клімату важливим є створення високоадаптивних сортів пшениці м'якої озимої (Triticum aestivum L.), стійких до несприятливого впливу широкого діапазону чинників навколишнього середовища (біотичного та абіотичного характеру). Тому при оцінці селекційного матеріалу потрібно звертати увагу не лише на величину потенційної врожайності, а й на параметрами її адаптивності.

Рівень прояву гомеостатичності часто використовується в селекційній практиці для визначення адаптивності генотипів пшениці. Його застосовують як при оцінці вихідного матеріалу, селекційних ліній та нових сортів, так і для оцінки адаптивності сортів іншого еколого-географічного походження.

Проведення таких оцінок дає змогу селекціонерам отримати уявлення про природу адаптивних властивостей вихідного та селекційного матеріалу, а виробникам визначитися із сортами, що найбільш пристосовані до екологічних умов конкретного регіону. Під час виконання селекційних програм часто визначають селекційну цінність генотипів. Так, за оцінкою параметрів гомеостатичності (Hom) і селекційної цінності (Sc) встановлено, що чим вищий рівень їх прояву, тим стабільнішим і значущим є сорт, зразок, лінія у мінливих погодних умовах вегетаційного періоду.

Аналіз результатів вивчення адаптивності пшениці м'якої озимої за ознакою «довжина колоса» свідчить про існування незначної та середньої мінливості за роками (табл. 1).

Найбільшою довжина колоса, в середньому за два роки, серед досліджуваних генотипів була у сортів Антер (10,9 см) і КВС Джерсі (11,2 см) та КВС Ронін (11,5 см). При цьому для них був характерним відносно високий рівень гомеостатичності (Hom = 4,8-6,4) і низький коефіцієнт варіації – V = 7,2-10,1% відповідно. При цьому, рівень гомеостатичності і селекційної цінності цих сортів перевищував середнє значення, а варіювання ознаки за роками було незначним.

Рівень реалізації ознаки «кількість колосків у колосі» значною мірою залежить від умов вирощування, особливо при недостатній кількості елементів живлення і вмісту доступної вологи в ґрунті. Таким чином, особливості прояву кількості колосків у колосі залежать від взаємодії генотипу з навколишнім середовищем. Мінливість ознаки «кількість колосків у колосі» за роками у сортів, що вивчалися, була незначною і середньою (табл. 2). Максимальна кількість колосків в головному колосі спостерігалася у сортів Антер та КВС Джерсі і КВС Ронін (18,9 і 20,1 та 20,2 шт. відповідно). Коефіцієнт варіації ознаки у цих сортів становив 10,4 і 14,4 та 11,1% а гомеостатичнісь була високою. При цьому селекційна цінність цих сортів перевищувала середнє в досліді і дорівнювала Sc = 4,6-5,7. Показник гомеостатичності за кількістю колосків в колосі перевищував середнє у досліді (Hom = 7,1) у сорту КВС Ронін. Високий прояв гомеостатичності був у сортів Антер (Hom = 1 8,9), КВС Джерсі (Hom = 5,6). Ці сорти перевищували середнє значення за кількістю колосків у колосі, яке становило 17,5 шт., мали низький коефіцієнт варіювання і високу селекційну цінність.

Вищий рівень мінливості за роками у даній групі сортів був характерним для ознаки «маса колоса» (табл. 3). З цієї групи зразків можна виділити сорт Антер – 1,81 г. У сорту КВС Джерсі маса колоса становила 1,85 при цьому спостерігалася висока гомеостатичність (Hom = 4,9), а селекційна цінність становила (Sc = 5,0).

У сорту КВС Ронін була встановлена така ж закономірність – маса колоса становила 1,9 г, гомеостатичність Hom = 5,4, а селекційна цінність становила Sc = 5,9.

За роки досліджень мінливість ознаки «кількість зерен у колосі» була середньою і до високої (табл. 4).

В результаті проведених досліджень за ознакою «кількість зерен у колосі» встановлено, що сорти Антер мали значення, яке перевищувало показники у стандарту – сорту Подолянка, а саме 48,2 шт., також вищі показники забезпечив сорт КВС Джерсі – 50,6 шт., КВС Ронін – 56,1 шт.

Очевидно, що висока гомеостатичність забезпечує формування високої продуктивності колоса пшениці, і характеризує норму реакції ознаки на зміну умов вирощування. Виходячи з цього, найбільшу цінність для використання в комбінативній селекції мають генотипи,

Таблиця 1

Гомеостатичність та селекційна цінність генотипів пшениці м'якої озимої за довжиною головного колоса (2023-2024 рр.)

№	Сорт	$\bar{X}$, см	Hom	Sc	V, %
1	Подолянка	9,3	4,0	4,7	11,5
2	Антер	10,9	5,2	6,0	9,0
3	МІП Валенсія	8,9	2,6	3,6	15,9
4	КВС Джерсі	11,2	4,8	5,7	10,1
5	МІП Княжна	9,6	2,9	4,1	13,7
6	КВС Ронін	11,5	6,4	6,8	7,2

Таблиця 2

Гомеостатичність та селекційна цінність генотипів пшениці м'якої озимої за кількістю колосків в головному колосі (2023-2024 рр.)

№	Сорт	$\bar{X}$, см	Hom	Sc	V, %
1	Подолянка	17,5	5,0	3,6	12,9
2	Антер	18,9	6,1	5,0	10,4
3	МІП Валенсія	17,7	3,7	2,5	19,6
4	КВС Джерсі	20,1	5,6	4,6	14,4
5	МІП Княжна	17,4	3,9	3,0	17,8
6	КВС Ронін	20,2	7,1	5,7	11,1

Таблиця 3

Гомеостатичність та селекційна цінність генотипів пшениці м'якої озимої за масою головного колоса (2023-2024 рр.)

№	Зразок	$\bar{X}$, *см*	*Hom*	*Sc*	*V, %*
1	Подолянка	1,72	3,3	3,9	13,5
2	Актер	1,81	4,4	5,3	11,6
3	МІП Валенсія	1,65	1,9	2,7	21,5
4	КВС Джерсі	1,85	4,9	5,0	15,6
5	МІП Княжна	1,75	1,9	3,4	18,5
6	КВС Ронін	1,9	5,4	5,9	12,5

Таблиця 4

Гомеостатичність та селекційна цінність генотипів пшениці м'якої озимої за кількістю зерен в головному колосі (2023-2024 рр.)

№	Сорт	$\bar{X}$, *см*	*Hom*	*Sc*	*V, %*
1	Подолянка	40,1	2,2	2,8	14,6
2	Антер	48,2	3,3	4,2	12,7
3	МІП Валенсія	42,1	0,8	1,6	22,6
4	КВС Джерсі	50,6	2,8	3,8	16,7
5	МІП Княжна	44,5	0,8	2,3	19,6
6	КВС Ронін	56,1	4,3	4,8	13,6

Таблиця 5

Варіювання урожайності у сортів пшениці м'якої озимої, т/га

Сорт, стандарт	Рік			2 σd	bi
	2023 р.	2024 р.	X		
Подолянка ст.	7,4	7,0	7,2	12,80	0,45
Антер	7,7	7,3	7,5	0,35	1,38
МІП Валенсія	7,1	6,7	6,9	10,17	0,47
КВС Джерсі	7,9	7,6	7,7	1,60	1,19
МІП Княжна	7,5	7,2	7,4	0,94	0,85
КВС Ронін	8,1	7,7	8,0	0,05	1,54
Hip 0.05	0,21	0,17			

X – середнє значення, σd – середнє квадратичне відхилення (варіанта стабільності), bi – коефіцієнт регресії (пластичність).

у яких високий рівень розвитку комплексу ознак продуктивності поєднується з їх високою гомеостатичністю.

Максимальний прояв даної ознаки спостерігався у сортів Актер, КВС Джерсі та КВС Ронін. Для цих сортів був характерний високий рівень гомеостатичності від 3,8 до 4,8 та середній коефіцієнт варіації від 12,7 до 16,7%.

Проведений аналіз результатів вивчення рівня розвитку ознак продуктивності колоса та гомеостатичності сортів пшениці дозволяє стверджувати про існування кількох типів їх поєднання в одному генотипі.

Так, висока продуктивність може супроводжуватися низькою, середньою або високою гомеостатичністю генотипа, з іншого боку можливим є і протилежний варіант їх сполучення (низька продуктивність – висока, середня або низька гомеостатичність).

На основі проведених досліджень встановлено, що середня за два роки урожайність (табл. 5), сорту стандарту Подолянка в зоні Лісостепу, становила 7,2 т/га. Максимальний показник забезпечив сорт КВС Джерсі із урожайністю від 7, 9 т/га (2023 р.) та 7,6 т/га (2024 р.). Решта сортів також переважали стандарт за цим показником Антер – 7,7 т/га (2023 р.) та 7,3 т/га (2024 р.). Практично на одному рівні із стандартом забезпечив показники за масою зерна із колоса сорт МІП Княжна – 7,5 т/га (2023 р.) і 7,2 т/га (2024 р.). За реакцією на покращення гідротермічного режиму, тобто до високо- пластичних віднеслися сорти КВС Ронін, у якого коефіцієнт пластичності склав 1,54, КВС Джерсі – 1,19 та Антер – 1,38. Окремо, необхідно відмітити сорти Подолянка і МІП

Валенсія, які виділилися консервативною реакцією на зміну гідротермічних умов вирощування і коефіцієнт регресії був нижче нуля – 0,45 і 0,47.

Висновки. На підставі проведених досліджень за даними середньої кількості колосків у колосі в зоні

випробування Лісостепу ряд сортів перевищували стандарт, зокрема у сорту Антер – 20,2 та 17,5 шт, КВС Джерсі – 20,8 і 19,3 шт., КВС Ронін – 21,0 та 19,3 шт. Вищими показниками озерненості колоса володіли сорти: КВС Ронін (56,1 шт.), КВС Джерсі (50,6 шт.), Антер (48,2 шт.). За даною ознакою стандарт значно перевищили саме ці сорти. Незначною мірою перевищили стандарт сорти МІП Валенсія (42,1 шт.), а також сорт МІП Княжна (44,5 шт.). На основі проведених досліджень встановлено, що середня за два роки вага одного колоса сорту стандарту Подолянка в зоні Лісостепу, становила 1,72 г. Максимальний показник забезпечив сорт КВС Джерсі із масою зерна одного колоса від 1,89 г (2023 р.) та 1,81 г (2024 р.). Решта сортів також переважали стандарт за цим показником Антер – 1,85 г (2023 р.) та 1,74 (2024 р.). Практично на одному рівні із стандартом забезпечив показники за масою зерна із колоса сорт МІП Княжна – 1,78 г (2020 р.) і 1,71 г (2024 р.).

На основі проведених досліджень встановлено, що середня за два роки урожайність сорту стандарту Подолянка в зоні Лісостепу, становила 7,2 т/га. Максимальний показник забезпечив сорт КВС Джерсі із урожайністю від 7, 9 т/га (2023 р.) та 7,6 т/га (2024 р.). Решта сортів також переважали стандарт за цим показником Антер – 7,7 т/га (2023 р.) та 7,3 т/га (2024 р.). Практично на одному рівні із стандартом формував урожайність сорт МІП Княжна – 7,5 т/га (2023 р.) і 7,2 т/га (2024 р.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Литвиненко М.А. Реалізація генетичного потенціалу. Проблеми продуктивності та якості зерна сучасних сортів озимої пшениці. *Насінництво.* 2010. No 6. С. 1–6.
2. В.Т. Александров та ін. Зерновий та хлібопродукто-вий товарообіг в Україні: енцикл. довід.: АртЕк, 2000. 544 с.
3. Гадзало Я.М., Кириченко В. В., Дзюбецький Б. В. Стратегія інноваційного розвитку селекції і насінни-цтва зернових культур в Україні: наук. вид. Київ–Харків–Дніпро. 2016. 32 с.
4. Баган А. В., Юрченко С. О., Шакалій С. М. Мінливість потомства різних морфологічних частин колоса сортів пшениці озимої за кількісними ознаками. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2012. No 4. С. 33–355.
5. Сайко В. Ф. Перспективи виробництва зерна в Україні. Вісник аграрної науки. 1997. No 9. С. 27–32.
6. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В., Дубова О. А. Особливості формування довжини стебла у селекційних номерів пшениці озимої залежно від їх генотипів та умов вирощування. *Агробіологія.* 2015. No 1. С. 11–15.
7. Egamov I. U., Siddikov R. I., Rakhimov T. A., Yusupov N. K. Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. *International Journal of Modern Agriculture.* 2021. No 10(2). P. 2491–2506.
8. M. Lozinskiy et al. Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. *Agronomy Research.* 2021. Vol. 19. No 2. P. 540–551. DOI: 10.15 159/ar.21.071
9. С. О. Хоменко та ін. Адаптивний потенціал вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої ярої. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2017. Вип. 21. С. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839
10. В. М. Гудзенко та ін. Селекція ячменю ярого на під-вищення продуктивного та адаптивного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2017. Вип. 111. С. 51–60.
11. Лозінський М. В., Бурденюк-Тарасевич Л. А., Дубова О. А. Типи успадкування кількості зерен з рослини у гібридів F1 і формотворчий процес в гібридних популяціях F2 пшениці м'якої озимої, отри-маних від гібридизації різних екотипів. *Агробіологія.* 2016. No 2(128). С. 45–51. URL: http://rep. btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579
12. 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.
13. Животков Л. О., Шелепов В. В., Коломієць Л. А., Чебаков М. П. Завдання, методи, результати селекції інтенсивних сортів озимої пшениці. Генетика і селек-ція в Україні на межі тисячоліть: у 4 т. / редкол.: В. В. Моргун (гол. ред.) та ін. Київ : *Логос,* 2001. Т. 2. С. 394–397.
14. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солона В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка, 2012. 330 с.
15. Коломієць Л. А., Гуменюк О. В., Юрченко Т. В., Замліла Н. П., Пірич А. В. Прояв адаптивних ознак у генотипів пшениці м'якої озимої за різних гідро-термічних умов. *Миронівський вісник.* 2018. Вип. 6. С. 6–29.
16. Литвиненко М. А. Удосконалення програми селекції сортів озимої м'якої пшениці універсального типу для умов Півдня України в зв'язку зі змінами клі-мату. *Збірник наукових праць СП-НЦНС.* 2010. Вип. 16(56). С. 9–22.

REFERENCES:

1. Lytvynenko, M. A. (2010). Realizatsiia henetychnoho potentsialu. Problemy produktyvnosti ta yakosti zerna suchasnykh sortiv ozymoi pshenytsi. [Realization of genetic potential. Problems of productivity and grain quality of modern winter wheat varieties]. *Seed produc-tion*. 6. 1–6. [in Ukrainian].
2. Aleksandrov, V. T., Hladii, M. V., Lavrov, Ye. M., Rishniak, I. M. (2000). Zernovyi ta khliboproduktovyi tovaroobih v Ukraini. [rain and bread product turnover in Ukraine]. ArtEk. 544. [in Ukrainian].
3. Hadzalo, Ya. M., Kyrychenko, V. V., Dziubetskyi, B. V. (2016). Stratehiia innovatsiinoho rozvytku selektsii i nasinnytstva zernovykh kultur v Ukraini. [Strategy of innovative development of breeding and seed produc-tion of grain crops in Ukraine]. Kyiv–Kharkiv–Dnipro. 32. [in Ukrainian].
4. Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., Shakalii, S. M. (2012). Minlyvist potomstva riznykh morfolohichnykh chastyn kolosa sortiv pshenytsi ozymoi za kilkisnymy oznakamy. [Shakaliy Variability of progeny of different morpholog-ical parts of the ear of winter wheat varieties according to quantitative characteristics]. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*. 4. 33–35. [in Ukrainian].

5. Saiko, V. F. (1997). Perspektyvy vyrobnytstva zerna v Ukraini. [Prospects of grain production in Ukraine]. *Herald of Agrarian Science*. 9. 27–32. [in Ukrainian].
6. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V., Dubova, O. A. (2015). Osoblyvosti formuvannia dovzhyny stebla u selektsiinykh nomeriv pshenytsi ozymoi zalezhno vid yikh henotypiv ta umov vyroshchuvan-nia. [Peculiarities of stem length formation in selection numbers of winter wheat depending on their genotypes and growing conditions]. *Agrobiology.* 1. 11–15. [in Ukrainian].
7. Egamov, I. U., Siddikov, R. I., Rakhimov, T. A., Yusupov, N. K. (2021). Creation of high-yielding winter wheat varieties with high yield and grain quality suitable for irrigated Conditions. International Journal of Modern Agriculture. Vol. 10 (2), pp. 2491–2506.
8. Lozinskiy, M., Burdenyuk-Tarasevych, L., Grabovskyi, M., Lozinska, T., Sabadyn, V., Sidorova, I., Panchenko, T., Fedoruk, Y., Kumanska, Y. (2021). Evaluation of selected soft winter wheat lines for main ear grain weight. Agronomy Research. Vol. 19 (2), pp. 540–551. DOI: 10.15 159/ar.21.071. [in Ukrainian].
9. Khomenko, S. O., Fedorenko, I. V., Fedorenko, M. V., Blyzniuk, R. M., Kuzmenko, Ye. A. (2017). Adaptyvnyi potentsial vykhidnoho materialu dlia selektsii pshenytsi miakoi yaroi. [Adaptive potential of the source material for the selection of soft spring wheat]. *Factors of exper-imental evolution of organisms*. 21. 221–224. DOI: 10.7124/FEEO.v21.839. [in Ukrainian].
10. Hudzenko, V. M., Vasylkivskyi, S. P., Demydov, O. A., Polishchuk, T. P., Babii, O. O. (2017). Selektsiia yach-meniu yaroho na pidvyshchennia produktyvnoho ta adaptyvnoho potentsialu. [Selection of spring barley to increase productive and adaptive potential]. *Breeding and seed production*. 111. 51–60. [in Ukrainian].
11. Lozinskyi, M. V., Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Dubova, O. A. (2016). Typy uspadkuvannia kilkosti zeren z roslyny u hibrydiv F1 i formotvorchyi protses v hibrydnykh populiatsiiakh F2 pshenytsi miakoi ozymoi, otrymanykh vid hibrydyzatsii riznykh ekotypiv. [Types of inheritance of the number of grains from a plant in F1hybrids and the form-forming process in hybrid popu-lations of F2 soft winter wheat obtained from hybridiza-tion of different ecotypes]. *Agrobiology.* 2(128). 45–51. URL: http://rep. btsau.edu.ua/handle/BNAU/1579. [in Ukrainian].
12. Burdeniuk-Tarasevych, L. A., Lozinskyi, M. V. (2015). Pryntsypy pidboru par dlia hibrydyzatsii v selektsii ozymoi pshenytsi T. aestivum L. na adaptyvnist do umov dovkillia. [Principles of selection of pairs for hybridi-zation in the selection of winter wheat T. aestivum L. for adaptability to environmental conditions]. Factors of experimental evolution of organisms. 16. 92–96. [in Ukrainian].
13. Zhyvotkov, L. O., Shelepov, V.V., Kolomiiets, L. A., Chebakov, M. P. (2001). Zavdannia, metody, rezultaty selektsii intensyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi. Henetyka i selektsiia v Ukraini na mezhi tysiacholit. [Tasks, methods, results of selection of intensive varie-ties of winter wheat. Genetics and breeding in Ukraine at the turn of the millennium]. Kyiv: Logos. 2. 394–397. [in Ukrainian].
14. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchyi, V. T., Kolomiiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona, V. Y. (2012). Selektsiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts. [Breeding evolution of Myron wheats]. Myronivka, 330. [in Ukrainian].
15. Kolomiiets, L. A., Humeniuk, O. V., Yurchenko, T. V., Zamlila, N. P., Pirych, A. V. (2018). Proiav adaptyvnykh oznak u henotypiv pshenytsi miakoi ozymoi za riznykh hidrotermichnykh umov. [Manifestation of adaptive traits in soft winter wheat genotypes under different hydrothermal conditions]. *Myronivsky herald.* 6. 6–29. [in Ukrainian].
16. Lytvynenko, M. A. (2010). Udoskonalennia prohramy selektsii sortiv ozymoi miakoi pshenytsi universalnoho typu dlia umov Pivdnia Ukrainy v zviazku zi zminamy klimatu. [Improvement of the selection program of winter soft wheat varieties of the universal type for the condi-tions of the South of Ukraine in connection with climate changes]. *Collection of scientific works of SP-NCNS.*16(56). 9–22. [in Ukrainian].

Крижанівський В.Г. Селекційна цінність сортів пшениці озимої за господарсько-біологічними ознаками в Правобережному Лісостепу

Мета. Визначення закономірностей сортів пшениці м'якої озимої за господарською цінністю їх адаптивністю (пластичністю і стабільністю) варіювання, гомеостатичності, мінливості комплексу ознак, різного походження за ознаками продуктивності. **Методи.** Польові і лабораторні для вивчення мінливості господарсько-цінних ознак пшениці озимої, математичні методи для достовірності отриманих даних.

Результати. Селекційно-генетичний захист проти дії біотичних чинників передбачає використання сильних джерел з ефективними генами стійкості. Створити сорти, стійкі до всіх лімітованих чинників практично неможливо, але якщо недооцінювати важливість хоча б однієї з ознак адаптивності це може призвести до непередбачуваних наслідків. Тому визначення реакції генотипів на зміну умов навколишнього середовища необхідно проводити на всіх етапах селекційного процесу.

Поняття гомеостаз розвитку характеризує властивість генотипу підтримувати стабільність процесів, на які впливають умови навколишнього середовища. Механізм гомеостазу дає змогу визначити межі мінливості та характер продукційних процесів у межах генетичної норми реакції рослин. Вважається, що визначення параметрів гомеостатичності дає змогу оцінювати не тільки їх продуктивність за середньою врожайністю, а й визначити норму їх реакції на зміну умов середовища. При цьому, рівень гомеостатичності і селекційної цінності цих сортів перевищував середнє значення, а варіювання ознаки за роками було незначним.

Висновки. На основі проведених досліджень встановлено, що середня за два роки урожайність сорту стандарту Подолянка в зоні Лісостепу, становила 7,2 т/га. Максимальний показник забезпечив сорт КВС Джерсі із урожайністю від 7, 9 т/га (2023 р.) та 7,6 т/га (2024 р.). Решта сортів також переважали стандарт за цим показником Антер – 7,7 т/га (2023 р.) та 7,3 т/га (2024 р.). Практично на одному рівні із стандартом формував урожайність сорт МІП Княжна – 7,5 т/га (2023 р.) і 7,2 т/га (2024 р.). Вищими показниками озерненості колоса володіли сорти: КВС Ронін (56,1 шт.), КВС Джерсі (50,6 шт.), Антер (48,2 шт.). За даною ознакою стандарт значно перевищили саме ці сорти. Незначною мірою перевищили стандарт сорти МІП Валенсія (42,1 шт.),

а також сорт МІП Княжна (44,5 шт.). На основі проведених досліджень встановлено, що середня за два роки вага одного колоса сорту стандарту Подолянка в зоні Лісостепу, становила 1,72 г. Максимальний показник забезпечив сорт КВС Джерсі із масою зерна одного колоса від 1,89 г (2023 р.) та 1,81 г (2024 р.). Решта сортів також переважали стандарт за цим показником Антер – 1,85 г (2023 р.) та 1,74 (2024 р.). Практично на одному рівні із стандартом забезпечив показники за масою зерна із колоса сорт МІП Княжна – 1,78 г (2020 р.) і 1,71 г (2024 р.).

Ключові слова: пшениця озима, врожайність, сорт, гомеостатичність, селекційна цінність генотипів.

Kyzhanjvskiy V.G. Breeding value of winter wheat varieties according to economic and biological characters in the Right Bank Forest Steppe

Purpose. Determination of regularities of varieties of soft winter wheat according to their economic value, their adaptability (plasticity and stability), variation, homeostaticity, variability of a complex of signs, late origin according to signs of productivity. **Methods.** Field and laboratory methods for studying the variability of economic and valuable characteristics of winter wheat, mathematical methods for the reliability of the obtained data. In the process of conducting research, general scientific and special methods were used: field, which was supplemented by laboratory, to establish the relationship between the object of research and measures of influence on it; mathematical and statistical – to determine the reliability of the obtained results. **Results.** Selection and genetic protection against the action of biotic factors provides for the extraction of strong sources with effective resistance genes. It is practically impossible to create systems that are resistant to all limited factors, but if you underestimate the importance of at least one of the signs of adaptability, it can lead to unforeseen consequences. Therefore, determining the reaction of genotypes to changes in environmental conditions must be carried out at all stages of the selection process. The concept of developmental homeostasis characterizes the ability of the genotype to support the stability of processes that are influenced by environmental conditions. The mechanism of homeostasis makes it possible to determine the limits of variability and characteristics of production processes within the limits of the genetic norm of post-reaction. It is believed that the definition of homeostatic parameters makes it possible to evaluate not only their productivity according to the average yield, but also to determine the rate of their reaction to changes in environmental conditions. **Conclusions.** On the basis of the conducted research, it was established that the average productivity of the Podolyanka standard variety in the forest-steppe zone for two years was 7.2 t/ha. The maximum indicator was provided by the KVS Jersey variety with a yield of 7.9 t/ha (2023) and 7.6 t/ha (2024). The rest of the varieties also exceeded the standard for this indicator Akter – 7.7 t/ha (2023) and 7.3 t/ha (2024). The yield of the MIP Knyazna variety was practically at the same level as the standard – 7.5 t/ha. The following cultivars had the highest grain yield: Ronin (56.1), Jersey (50.6), and Akter (48.2). According to this feature, these varieties significantly exceeded the standard. The standard was slightly exceeded by the MIP Valencia variety (42.1 pcs.), as well as the MIP Knyazna variety (44.5 pcs.). The maximum indicator was provided by the KVS Jersey variety with a grain weight of one ear of 1.89 g (2023) and 1.81 g (2024). The rest of the varieties also exceeded the standard for this indicator Akter – 1.85 g (2023) and 1.74 (2024). Almost at the same level as the standard, the MIP Knyazna variety provided grain weight indicators from an ear of corn – 1.78 g (2020) and 1.71 g (2024).

Key words: winter wheat, yield, variety, homeostaticity, selection value of genotypes.

UDC 338.49:631.1.017.3
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.42

ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF MANAGEMENT IN SMALL AGRICULTURAL ENTERPRISES

XANIM Agayeva – PhD Economics
orcid.org/0000-0002-7766-8952
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku
GULIYEV Orkhan – Master's student
orcid.org/0009-0008-6671-1610
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku

Statement of the problem. The incorrect organization of management structures in small agricultural enterprises can lead to a number of problems and inefficiencies in their operations. Uncertainty in management and resource distribution, delays in decision-making processes, and inefficient use of labor can hinder the development of small enterprises. Moreover, despite their small size, such enterprises often face difficulties in adapting to market demands and improving their competitiveness, as creating a flexible management structure presents a serious challenge.

Additionally, in small agricultural enterprises, decision-making processes are often concentrated in the hands of the owner or family members, which complicates the processing of large volumes of information and the application of modern management methods. Centralization of management and inefficient distribution of labor can reduce productivity and weaken the financial stability of the enterprise.

Analysis of recent research and publications. Furthermore, the management structures applied in small enterprises clearly require modernization and the introduction of innovations to remain competitive and effective. This is particularly important for small agriculture, as a well-organized management structure allows for more efficient use of labor resources and optimization of production, which contributes to better adaptation to market changes [3].

These problems are among the main factors that limit the development of small agricultural enterprises and reduce their competitiveness in the market. Therefore, research aimed at improving the organizational structures of management in small agricultural enterprises is crucial and relevant for enhancing their performance and sustainability in the market environment.

The importance of entrepreneurship also lies in the fact that as small businesses and agricultural producers compete fiercely for survival in the market, they have to constantly evolve, improve and adapt to the current market conditions because they need livelihoods to survive and they have to be better and stronger than others to get maximum benefit [1].

The purpose of the research is to study the features of organizing management structures in small agricultural enterprises, analyze their impact on enterprise performance, and identify ways to organize these structures more effectively. The study will consider how management structures are formed in small enterprises, what role they play in modern agricultural business, and how these structures influence efficiency, development, and sustainability.

Research materials and methods. One of the main tasks of the research is to analyze various aspects of managing a small agricultural enterprise, including decision-making processes, resource management, and effective use of labor. It is expected that small enterprises have greater flexibility and can make decisions quickly; however, without well-organized management structures, effective planning and resource utilization become impossible. Therefore, the research will focus on how to organize more effective and functional management structures in small agricultural enterprises.

The study will also aim to determine the key principles and approaches to creating and developing organizational structures in small enterprises. It is important to understand that proper management of labor and resources in small agricultural enterprises is crucial for the effective operation of the business and quick adaptation to market demands. The research will examine how flexibility and multifunctionality in structure help small enterprises grow and develop, and what advantages this offers for effective production [3].

Moreover, the study will analyze the impact of management structure on the development of the enterprise and its competitiveness. For success in the market, small enterprises need to have a flexible and effective management structure that allows them to optimally use resources and quickly adapt to changes in the external environment. Examples of practical applications of management structures will be studied, and recommendations will be provided for forming more effective structures based on real cases.

The results of the study will help develop recommendations for the effective organization of management structures in small agricultural enterprises, which in turn will improve their financial stability, development, and ability to adapt to market changes.

In the research, several methods will be used to study the organization of management structures in small agricultural enterprises and their impact on the activities of these enterprises. First, a review of the existing literature will be conducted. In this phase, data from previous studies and theoretical approaches will be collected to understand the characteristics and application of management structures.

This method will provide the theoretical foundation for the research.

Quantitative methods will be employed to measure the impact of management structures on the performance of small agricultural enterprises. Data will be collected through surveys and questionnaires, which will help evaluate the management of resources, decision-making processes, and efficient use of labor.

Qualitative methods will allow for a deeper analysis of the research topic. Interviews and focus groups will be conducted to collect information from business owners, managers, and employees about how management structures are implemented and how they function. This approach will provide better insights into practical experiences and suggestions for improving operations.

A case study method will be used to analyze real examples of how management structures are applied in various enterprises. This will help assess the effectiveness of these structures based on practical experience.

It should be noted that the role of business entities in the development of the economy of Azerbaijan is enormous. According to 2023 figures, there are 401,149 business entities operating in Azerbaijan. Of these, 389,133 are microenterprises, 8,610 are small and 3,406 are medium-sized enterprises [2].

SWOT analysis will be applied to identify the strengths and weaknesses of management structures in each enterprise, as well as to explore potential opportunities and threats. This method will provide valuable insights for developing strategies for business growth.

An interdisciplinary approach will be used to analyze management structures in a broader context by integrating economics and agriculture. This approach will combine modern management practices and allow for more comprehensive findings.

A modeling method will be employed to create different models for improving management structures in small agricultural enterprises. This method will provide practical recommendations for enhancing management practices.

Analytical and comparative methods will be used to compare the effectiveness of different management structures and evaluate their impact on business performance. This approach will offer recommendations for the development of more efficient management structures in small agricultural enterprises.

By combining these methods, the research will provide more comprehensive and reliable results, offering valuable insights for improving management structures in small agricultural enterprises and making them more competitive in the market.

Research results. Small agricultural enterprises are typically small-scale businesses often managed by families. In such enterprises, the organizational management structure is usually simpler and more flexible, but proper role and responsibility distribution plays a key role in their effectiveness. Proper management organization can significantly impact the development and sustainability of the small enterprise.

In most small agricultural enterprises, the owner or founder plays a key role in decision-making. The primary responsibility of the owner is strategic planning, resource management, and decision-making aimed at the overall business development. The owner may also participate in daily operations such as production, coordination of labor resources, and ensuring the proper functioning of equipment.

The farm manager or operations manager is responsible for the day-to-day management of the enterprise's activities. This individual supervises production processes, land management, and coordination of staff. The operations manager monitors the entire work process and ensures efficient production and high product quality.

The financial manager or cashier in small agricultural enterprises is responsible for managing financial flows. This specialist prepares the enterprise's budget, tracks income and expenses, prepares financial reports, and manages tax matters. In small enterprises, this role is often performed by a single person, but as the business grows, attention to financial management becomes increasingly important [5].

The marketing and sales manager develops strategies for presenting products on the market and selling them. This specialist is responsible for product promotion, identifying target audiences, organizing the sales process, and conducting advertising activities on social media. The marketing manager also maintains relationships with distributors and retailers.

Labor is one of the main resources of small agricultural enterprises. Workers perform various tasks, such as farming, harvesting, and livestock management. Often, these tasks are performed by family members who participate in seasonal work. The flexibility of the workforce in small enterprises helps manage the production process efficiently.

Small agricultural enterprises may also seek help from external consultants. These could be specialists providing expertise in areas such as agronomy, finance, or legal issues. External consultants can provide assistance that positively impacts the growth and development of the enterprise [6].

The organizational management structure in small agricultural enterprises is usually simple and flexible, allowing owners and managers to make decisions quickly and adapt to changing market conditions. This simplified structure promotes the efficient use of resources and allows employees to perform various tasks. This creates conditions for rapid growth and development of the enterprise

Small agricultural enterprises typically have a simpler and more flexible organizational structure compared to larger corporations. However, this simplicity does not mean that the structure is any less important. In fact, small businesses often face unique challenges due to their limited resources, the complexity of agricultural production processes, and the need to adapt to changing market conditions. Therefore, understanding and developing the right organizational structure is crucial for ensuring smooth operations, effective resource management, and long-term sustainability [4].

One of the most common organizational structures in small agricultural enterprises is the centralized structure. In such a system, key decision-making responsibilities are usually concentrated in the hands of the owner or a

few individuals. While this structure allows for quick decision-making, it can also place a heavy burden on the owner and limit the involvement of employees in the decision-making process. Additionally, it may hinder the efficient allocation of resources and slow down the response to changes in the market environment.

In contrast, a decentralized management structure distributes decision-making authority among several individuals or teams. This approach can be beneficial in small agricultural enterprises by encouraging innovation, improving problem-solving, and increasing employee involvement. In decentralized structures, each department or team may have more autonomy to make decisions related to their specific tasks, allowing the enterprise to adapt more easily to changes in demand, production needs, and external factors such as weather conditions.

Another key aspect of organizational structure in small agricultural businesses is the division of roles and responsibilities. Often, these businesses are family-owned, with family members taking on multiple roles within the enterprise. For example, the owner may be responsible for overall strategic planning and financial management, while family members might handle production, marketing, and human resources. As the business grows, the complexity of operations may require a more formalized structure, with specific roles and departments emerging to handle different aspects of the business [4].

The organizational structure of management in small agricultural enterprises can be analyzed in terms of strengths, weaknesses, opportunities, and threats.

One of the strengths is the agile decision-making process in small enterprises. Due to the simple management structure, the owner or manager can make decisions quickly and effectively. Additionally, working with limited resources and having close cooperation among employees help small farms to be more flexible and adaptable. The lack of bureaucracy also ensures that tasks are completed quickly and efficiently.

Weaknesses include resource shortages and limited management skills. Small enterprises often face challenges when it comes to financial and human resources, making management more difficult as workloads increase. Moreover, the lack of specialization among workers and the fact that the owner often handles multiple responsibilities can reduce the effectiveness of management. Managing risks can also be more challenging in small enterprises.

Opportunities include the ability of small farms to enter new markets due to their flexible management structures. Implementing modern technologies can optimize work processes, increase productivity, and reduce production costs. Additionally, collaboration among small enterprises can be beneficial for sharing resources and knowledge. The growing demand for ecological and sustainable agriculture also presents an opportunity for small enterprises.

Threats include competition from larger farms, natural disasters, and climate change. Small enterprises may struggle to compete with larger, resource-rich farms. The dependence of agricultural activities on natural conditions makes small enterprises more vulnerable to natural disasters and climate change. Furthermore, financial shortages and indebtedness pose a threat, as small enterprises may face financial crises and high-interest loans. A lack of management skills can also hinder the long-term development of the business.

A SWOT analysis of small businesses in Azerbaijan's agricultural sector, with specific figures and details, would help evaluate the current situation and provide a more concrete understanding of their strengths, weaknesses, opportunities, and threats. Below is an analysis supported by relevant statistics.

1. Strengths:

- **Traditional agricultural experience:** Azerbaijan's agricultural sector contributed approximately 6% to GDP in 2019. This sector also accounts for about 35% of employment in rural areas.
- **Natural resources:** Azerbaijan has around 4.7 million hectares of agricultural land, providing significant potential for crop production.
- **Flexibility of small businesses:** In 2019, there were about 20,000 micro and small enterprises operating in the agricultural sector in Azerbaijan.

2. Weaknesses:

- **Technological gaps:** Only 40% of irrigation systems in Azerbaijan's agricultural sector are modern and efficient.
- **Inexperienced workforce:** Around 20% of the workforce in the agricultural sector consists of unskilled labor, negatively impacting production efficiency.
- **Financial limitations:** In 2019, only 15% of small businesses had access to agricultural loans, which restricts their ability to invest in modernization and expansion.
- **Production instability:** Seasonal variations and weather conditions affect agricultural production, with potential losses of 10%-20% in some crops.

Table 1

SWOT analysis of small businesses in Azerbaijan's agricultural sector

S Strength	W Weaknesses	O Opportunities	T Threats
Traditional agricultural experience	**Technological gaps**	**Access to new markets**	**International competition**
Natural resources	**Inexperienced workforce**	**Government support and subsidies**	**Climate change**
Flexibility of small businesses	**Financial limitations**	**Growing demand for organic products**	**Supply chain disruptions**

Table 2

Main features index of small businesses in Azerbaijan's agricultural sector

Category	Statistic	Value
Strengths	Agricultural al GDP share	6% in 2019
	Rural employment	35% of rural employment
	Agricultural land	4.7 million hectares
	Small businesses	20, 000+ in 2019
Weaknesses	Modern Irrigation systems	40% modern and efficient
	Inexperienced workforce	20% u skilled labor
	Financial limitation	15% access to agricultural laons
Opportunities	Export potential	$billion exports 2020
	Government support	150 million manats subsidies
	Demand for organi products	Growing global demands
	Technology investments	50 million manats 2021
Threats	İnternational competition	Competiton with Russia and Turkey
	Climate change	10% production loss
	Supply chain disruptions	Price fluctations logistcs
	Price volatility	15% price increase 2020

3. Opportunities:

- **Access to new markets:** Azerbaijan's agricultural exports reached $1.7 billion in 2020, offering significant opportunities to expand into new markets.
- **Government support and subsidies:** In 2020, the Azerbaijani government allocated 150 million manat in subsidies to the agricultural sector, providing small businesses with financial support for growth and modernization.
- **Growing demand for organic products:** The increasing global demand for organic and environmentally friendly products presents an opportunity for Azerbaijan to further capitalize on its agricultural potential.
- **Technological development:** Azerbaijan planned to invest 50 million manat in the application of new agricultural technologies in 2021, which will help increase production efficiency and quality.

4. Threats:

- **International competition:** Azerbaijani agricultural products face growing competition in global markets, particularly from Russia and Turkey. In 2020, Azerbaijani agricultural exports competed directly with these countries.
- **Climate change:** Due to climate change, agricultural production in Azerbaijan has decreased by up to 10% in recent years. Natural disasters and unpredictable weather conditions are major contributing factors.
- **Supply chain disruptions:** Issues such as fluctuations in raw material prices, logistical challenges, and supply chain inefficiencies can negatively affect agricultural businesses.
- **Market price volatility:** The prices of agricultural products in Azerbaijan are highly susceptible to market conditions and natural disasters. In 2020, the prices of fruits and vegetables rose by up to 15%.

By integrating these statistics into the SWOT analysis, it is possible to assess the current situation of small businesses in Azerbaijan's agricultural sector more effectively. These figures provide concrete insights into the sector's strengths, weaknesses, opportunities, and threats, and they can guide strategic decisions for development and resource optimization.

Conclusion. Effective management structures also address resource management, which is a critical concern in small agricultural enterprises. These businesses must carefully allocate limited resources, such as land, labor, and capital, to maximize productivity. A well-organized management structure allows for better coordination and more efficient use of resources. For example, the manager in charge of operations may oversee the daily production processes, while a separate financial manager tracks the budget and manages cash flow, ensuring that the business operates within its financial limits.

Additionally, in small agricultural businesses, marketing and sales are essential components of the business's success. An efficient management structure will clearly define roles in marketing, customer relations, and sales operations. This can include tasks such as market research, pricing strategies, advertising, and managing relationships with suppliers and distributors. A small agricultural enterprise with a well-organized marketing and sales function will have a better chance of penetrating competitive markets and achieving growth.

The flexibility of organizational structure in small agricultural enterprises is also important. These businesses must be able to adapt quickly to changes in market conditions, technological advancements, and regulatory requirements. A rigid structure can create bottlenecks and hinder the ability to respond swiftly. A flexible structure, on the other hand, allows businesses to make quick decisions and adjust their strategies as needed.

To optimize organizational structures in small agricultural enterprises, it is essential to regularly assess and refine them based on the evolving needs of the business. This may involve redefining roles, adopting new management practices, and incorporating innovative tools and technologies to improve decision-making, production processes, and resource management.

BIBLIOGRAPHY:

1. Mirzayev Natig. Aqrar sahədə kiçik sahibkarlıq sistemində inteqrasiya prosesinin inkişafı. *Scientific-practical journal "Cooperation"*. 2024. № 4 (75). P. 91-98.

2. Mirzayev Natig. Green Economy and Development of Innovative Entrepreneurship in Azerbaijan. *Priority areas for ensuring sustainable economic growth of the region*: Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference, (Urgench, Uzbekistan, December 18-19, 2024). Urgench, Uzbekistan, 2024. Volume 3. P. 244-247.
3. Koutsou S., Grigoroudis E. Decision-making in small agricultural enterprises: Insights from the Greek farming sector. *Agricultural Systems*. 2016. № 148. P. 99-110.
4. Liu M., Zhang Q. Resource management and labor allocation in small-scale farms. *Small Business Economics*. 2019. № 53(4). P. 1149-1163.
5. Hall J., Williams T. The role of family dynamics in the management of small agricultural enterprises. *International Journal of Agricultural Management*. 2021. № 9(3). P. 245-258.
6. Berg A., Renwick P. Strategic management in small agricultural businesses: The importance of leadership and governance. *Agribusiness: An International Journal*. 2015. № 31(6). P. 601-612.

REFERENCES:

1. Mirzayev, Natig. (2024). Aqrar sahədə kiçik sahibkarlıq sistemində inteqrasiya prosesinin inkişafı [Development of the integration process in the small entrepreneurship system in the agrarian sector]. *Scientific-practical journal "Cooperation", 4 (75), 91-98* [in Azerbaijani].
2. Mirzayev, Natig. (2024). Green Economy and Development of Innovative Entrepreneurship in Azerbaijan. *Priority areas for ensuring sustainable economic growth of the region:* Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference (pp. 244-247). Urgench, Uzbekistan.
3. Koutsou, S., & Grigoroudis, E. (2016). Decision-making in small agricultural enterprises: Insights from the Greek farming sector. *Agricultural Systems, 148, 99-110*.
4. Liu, M., & Zhang, Q. (2019). Resource management and labor allocation in small-scale farms. *Small Business Economics, 53(4), 1149-1163*.
5. Hall, J., & Williams, T. (2021). The role of family dynamics in the management of small agricultural enterprises. *International Journal of Agricultural Management, 9(3), 245-258.*
6. Berg, A., & Renwick, P. (2015). Strategic management in small agricultural businesses: The importance of leadership and governance. *Agribusiness: An International Journal, 31(6), 601-612.*

Agayeva X., Guliyev O. Organızatıonal structure of management ın small agrıcultural enterprıses

Uncertainty in management and resource distribution, delays in decision-making processes, and inefficient use of labor can hinder the development of small enterprises. **The purpose** of the research is to study the features of organizing management structures in small agricultural enterprises, analyze their impact on enterprise performance, and identify ways to organize these structures more effectively. **Research results.** The organizational structure of small agricultural enterprises is simple and flexible. The main decisions are made by the owner or the chief manager of the enterprise. Operational management is carried out on a daily basis by an operations manager. Production teams are responsible for planting and harvesting, while financial control ensures balance between income and expenses. Marketing and sales activities focus on presenting products to the market. This structure allows for quick decision-making and flexible management in small enterprises. **Conclusion.** Effective management structures also address resource management, which is a critical concern in small agricultural enterprises. These businesses must carefully allocate limited resources, such as land, labor, and capital, to maximize productivity. A well-organized management structure allows for better coordination and more efficient use of resources. Additionally, in small agricultural businesses, marketing and sales are essential components of the business's success. An efficient management structure will clearly define roles in marketing, customer relations, and sales operations. The flexibility of organizational structure in small agricultural enterprises is also important. These businesses must be able to adapt quickly to changes in market conditions, technological advancements, and regulatory requirements. To optimize organizational structures in small agricultural enterprises, it is essential to regularly assess and refine them based on the evolving needs of the business.

Key words: organization, agricultural enterprises, development, management, analyzes.

Агаєва Х., Гулієв О. Організаційна структура управління малими сільськогосподарськими підприємствами

Невизначеність в управлінні та розподілі ресурсів, затримки в процесах прийняття рішень, неефективне використання праці можуть перешкоджати розвитку малих підприємств. **Метою** дослідження є вивчення особливостей організації управлінських структур у малих сільськогосподарських підприємствах, аналіз їх впливу на результати діяльності підприємства та визначення шляхів більш ефективної організації цих структур. **Результати дослідження.** Організаційна структура малих сільськогосподарських підприємств проста і гнучка. Основні рішення приймає власник або головний менеджер підприємства. Оперативне керівництво щоденно здійснює операційний менеджер. Виробничі бригади відповідають за посадку та збирання врожаю, а фінансовий контроль забезпечує баланс між доходами та витратами. Діяльність з маркетингу та збуту спрямована на представлення продукції на ринку. Така структура дозволяє швидко приймати рішення та гнучко керувати малими підприємствами. **Висновок.** Ефективні структури управління також стосуються управління ресурсами, що є критичною проблемою для малих сільськогосподарських підприємств. Ці підприємства повинні ретельно розподіляти обмежені ресурси, такі як земля, праця та капітал, щоб максимізувати продуктивність. Добре організована структура управління дозволяє краще координувати роботу та ефективніше використовувати ресурси. Крім того, у малих сільськогосподарських підприємствах маркетинг і продажі є важливими складовими успіху бізнесу. Ефективна структура управління чітко визначить ролі в маркетингу, відносинах з клієнтами та продажах. Важливе значення має також гнучкість організаційної структури малих сільськогосподарських підприємств. Ці підприємства повинні мати можливість швидко адаптуватися до змін ринкових умов, технологічного прогресу та нормативних вимог. Для оптимізації організаційних структур у малих сільськогосподарських підприємствах важливо регулярно оцінювати та вдосконалювати їх відповідно до мінливих потреб бізнесу.

Ключові слова: організація, сільськогосподарські підприємства, розвиток, управління, аналіз.

УДК 332.1:338.43
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.43

КОМПЛЕКСНИЙ МЕХАНІЗМ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ РЕГІОНУ

ГУТОРОВ О.І. – доктор економічних наук, професор
orcid.org/0000-0003-0688-9413
Інститут кліматично орієнованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ГУТОРОВА О.О. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4705-5482
Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Протягом багатьох десятиліть в нашій країні переважає вузькоспрямований секторальний підхід до сільських територій, який передбачає превелігіонірований розвиток сільськогосподарського (в деяких районах – лісозаготівельного) виробництва.

Виходимо з гіпотези про те, що факторами, що визначають вектор сучасного розвитку інфраструктури сільських територій, є наслідки інтеграції України в глобальний простір і загострення зовнішньої та внутрішньої обстановки (повязаної з військовою агресією РФ), у зв'язку з чим виникає проблема подолання цих впливів, які носять переважно негативний характер.

Разом з тим, умови сучасної економічної нестабільності сформували реальні передумови для кількісного та якісного прориву вітчизняного агропромислового комплексу в досягненні порогових значень продовольчої безпеки країни, стабільність яких у довгостроковій перспективі неможлива без всебічного та збалансованого розвитку галузей та об'єктів, що забезпечують усі сфери життєдіяльності сільського населення. У свою чергу, творче усвідомлення дійсності підвищує обґрунтованість управлінських рішень, що базуються на цілях та напрямах державної політики, зокрема, при визначенні стратегічних напрямів удосконалення чинної організаційно-економічної моделі управління розвитком інфраструктури сільських територій на регіональному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальні засади управління розвитком сільських територій заснованих на використанні інновацій, зокрема в їхній інфраструктурі, розкрито в роботах таких зарубіжних науковців як Д. Ахнера, Ф. Бентца, А. Ісаксена, Дж. Кейнса, Г. Конвея, К. Льюїса, А. Маршалла, У. Ростоу, А. Сміта, Р. Спітца, М. Холберга, Т. Шульца та ін. Проблематику та напрями удосконалення управління інноваційним розвитком сільських територій та її інфраструктури досліджували такі вітчизняні вчені як О.А. Боднар [1], О.М. Бородіна [11], Я.М. Гадзало [2, 6, 7], М.В. Гладій [6], В.М. Геєць [11], А.О. Гуторов [3, 11], В.М. Жук [7], Л.В. Забуранна [4], Ю.А. Лузан [2, 6], Ю.О. Лупенко [3, 10], М.Й. Малік [4], М.М. Могилова [5, 7], Н.І. Патика [8], П.Т. Саблук [6], М.І. Стегней [9], О.Г. Шпикуляк [12] та ін.

Разом з тим, аналіз наукового доробку з цієї проблеми засвідчив, що вибір того чи іншого наукового підходу до розуміння інфраструктури має безпосередній вплив на визначення складу інструментів, критеріїв та показників розвитку сільських територій. Стратегічна послідовність сучасної державної політики України, на наш погляд, зумовлює прийняття соціально орієнтованого підходу до управління розвитком інфраструктури, з виділенням пріоритетної і системоутворюючої ролі ефективної агропромислової діяльності.

Беззаперечним є той факт, що одним із ефективних факторів підвищення сталості розвитку сільських територій є налагодження взаємодії в управлінні економічною, соціальною та екологічною інфраструктурою на різних ієрархічних рівнях. У цьому контексті економічна сутність управління розвитком інфраструктури проявляється у внутрішньосистемному перерозподілі ресурсів та доданої вартості в інтересах сільських територіальних громад.

Метою дослідження є теоретико-методологічне обґрунтування та розроблення прикладного інструментарію механізму управління інноваційним розвитком інфраструктури сільських територій.

Результати досліджень. Завдання інноваційної модернізації системи управління на основі оптимального та ефективного розподілу продуктивних сил та виділення інфраструктурних центрів у регіонах зумовлюють необхідність концептуального обґрунтування нового формату взаємодій, що обєднують виробничий цикл сільськогосподарського виробництва та територіального управління в адекватному реагуванні на зовнішні впливи з урахуванням місцевих природно-кліматичних та соціально-економічних особливостей, існуючої системи розселення, безпекової обстановки, традицій способу життя. Сьогодення вимагає активізації регулювання розвитку інфраструктури у сільській місцевості та підтримки практичної реалізації відповідних заходів на регіональному та місцевому рівнях, включаючи моніторингові дослідження, комплексні, прогностичні та експертні оцінки наслідків дій управління. При цьому необхідно мати на увазі цільове призначення, джерела формування, територіальне розташування та участь у соціально-економічних процесах всіх елементів, об'єктів та складових інфраструктури.

Перехід сільських територій України до концепції, спрямованої на розвиток всього комплексу інфраструктури, потребує аналізу та оцінки ефективності роботи всіх її суб'єктів та підсистем, розробки комплексного механізму інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій регіону та впровадження методів

програмно-цільового управління розвитком інфраструктури сільських територій на регіональному рівні.

Проблеми функціонування інтегрованого механізму інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій можна опанувати шляхом поділу її організаційної структури на ієрархічні рівні підсистем та типи інфраструктури, що формують стійкі відносини та взаємодії.

Суть міжрівневої взаємодії полягає в забезпеченні як внутрішньої рівноваги, так і рівноваги всередині організаційної структури в досягненні бажаного, в тому числі і при наявності зовнішніх впливів (умов сучасної економічної невизначеності). Міжрівневу взаємодію можна розглядати як ефективну, коли вона сприяє наданню додаткової стабільності керованій системі – інфраструктурі сільських територій, у тому числі за рахунок перерозподілу ресурсів між підсистемами. Крім фінансових ресурсів, до таких ресурсів можна віднести технології управління персоналом, комунікації, рівень соціальної активності агробізнесу і суспільства.

Модель міжрівневої взаємодії в організаційній структурі управління розвитком сільських територій відображає мету досягнення балансу інтересів підсистем управління в їх секторальному розрізі для задоволення інтересів місцевого населення на основі раціонального використання коштів та виробничих можливостей агробізнесу, покращення інституційного середовища та подолання негативних наслідків антропогенного навантаження на біосферу.

Концептуальні засади міжрівневої взаємодії в організації управління розвитком сільської інфраструктури на інноваційній основі дозволяють вибудовувати логіку управлінських рішень на основі напрямів та положень державної політики, а також уточнювати параметри якості аграрної економіки.

Саме тому стратегічним завданням міжрівневої взаємодії в нових умовах суспільного розвитку є досягнення ефективного розвитку інфраструктури сільських територій на засадах інноваційного оновлення, що є симбіозом науково-технічних, організаційних та управлінських інновацій.

Визначені тенденції лягли в основу побудови концептуальної організаційно-економічної моделі та розробки методичних положень міжрівневої взаємодії в управлінні розвитком інфраструктури сільських територій регіону на інноваційній основі. Концептуальною місією моделі є ефективний та збалансований розвиток інфраструктури. Принципова відмінність запропонованої моделі полягає у виділенні зв'язків і взаємодій як на територіально-адміністративній основі, так і на основі внутрішньорегіональної саморегуляції.

Міжрівнева взаємодія в управлінні розвитком інфраструктури сільських територій спрямована на формування відповідних організаційних, економічних та інституційних умов і покликана: забезпечити реалізацію єдиної політики розвитку інфраструктури сільських територій; привести інституційне поле країни та регіонів у відповідність до глобальних принципів сталого розвитку; оптимізувати співвідношення секторального та територіального управління; розробити економічні механізми перерозподілу вертикально і горизонтально інтегрованих ресурсних потоків.

Реалізація визначених напрямів сприяє комплексності розвитку, ефективному функціонуванню організаційних та економічних механізмів управління, які в сукупності забезпечують акумуляцію місцевих можливостей та синергію їх ефектів у досягненні нової якості сільського суспільства.

Таким чином, управління розвитком інфраструктури сільських територій на інноваційній основі, будучи за своєю природою міжгалузевим і міжпідсистемним, сприяє накопиченню інновацій та ефектам їх впровадження. Разом з тим, при рівнозначності та еквівалентності завдань розвитку фактор ефективності агропромислового виробництва у сільській місцевості залишається пріоритетним і системоутворюючим. Ця вимога продиктована капіталомісткістю агропромислового комплексу, його інноваційною привабливістю та соціальною значимістю для всіх сфер сільського життя.

В якості концептуальної основи вдосконалення механізму управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону запропоновано логіко-процесну модель комплексної модернізації процесів управління (рис. 1).

Реалізація логіко-процесної моделі дає можливість перейти до нової схеми управління сільськими територіями, як на рівні населених пунктів, так і на рівнях сільської територіальної громади та регіону в цілому (рис. 2).

Таким чином, стратегічним напрямом удосконалення управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону є поетапний перехід до формування оптимальної системи управління на основі впровадження інноваційних механізмів та інструментів.

Підводячи підсумки, окреслимо пріоритетні напрямки в сфері управління розвитком інфраструктури сільських територій: комплексне формування і проєктування розвитку сільських територій, на основі територіально-планувальних документів; облаштування об'єктів соціальної та інженерної інфраструктури населених пунктів, об'єднаних у територіальну громаду, в яких реалізуються інвестиційні проєкти у сфері агропромислового виробництва; розробка ініціативного бюджетування; підвищення інвестиційної активності в агропромисловому виробництві шляхом створення позитивних системних умов у сільській місцевості; залучення позабюджетних джерел фінансування діяльності сільських територіальних громад, у тому числі коштів населення та організацій; запровадження та використання механізмів державно-приватного партнерства; формування комфортних потреб у життєзабезпеченні у сільській місцевості; стимулювання участі мешканців сільських територіальних громад у вирішенні питань районного значення; консолідація ресурсів, спрямованих на загальне облаштування об'єктів соціальної та інженерної інфраструктури в населених пунктах, розташованих у сільській місцевості, в яких формуються інвестиційні проєкти у сфері агропромислового виробництва тощо.

Використання нових підходів в управлінні розвитком інфраструктури сільських територій, безсумнівно,

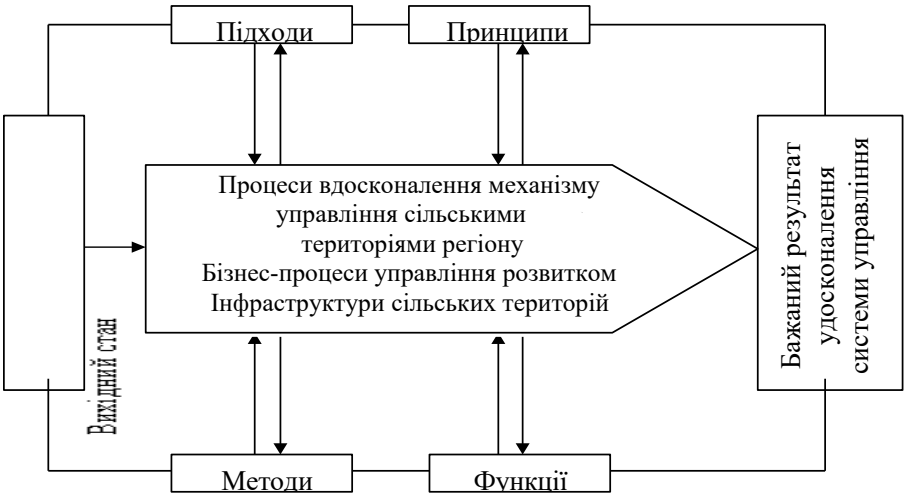


Рис. 1. Логіко-процесна модель удосконалення механізму управління розвитком інфраструктури сільських територій



Рис. 2. Схема оптимального управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону

підвищить ефективність агропромислового виробництва, взаємодію сільських і міських населених пунктів в реалізації територіально-адміністративних перетворень. Основні заходи підтримки мають бути зосереджені на збільшенні виробничих потужностей та підвищенні ефективності виробництва.

Узагальнення теорії та практики, авторські дослідження проблем сталості сільських територій дозволяють відзначити основні тенденції, які доповнюють та розширюють уявлення про державне регулювання розвитку інфраструктури. По-перше, поєднання (взаємодія) державного регулювання і місцевого управління. По-друге, посилення регламентації та законодавчого регулювання на всіх ієрархічних рівнях, особливо в умовах сучасної економічної нестабільності, що зумовило посилення бюджетоутворюваності всіх аспектів сільського життя. По-третє, формування міжрівневої взаємодії в системі управління.

Як правило, проблеми сільських територій схожі, а невикористані можливості і потенціал для формування

бажаного ефекту мають різний ступінь як позитивних, так і негативних результатів. Точки зростання, які визначаються для розвитку галузей агропромислового комплексу, виробництва певних видів сільськогосподарської продукції та затребуваної на ринку сировини, транспорту, туризму, стали ланкою у формуванні сучасного іміджу сільських територій. У кожній сільській місцевості є резерви для підвищення ефективності господарювання – так звані «точки росту», які потрібно правильно діагностувати, знаходити місцеві особливості і намагатися розвивати.

Найважливішу роль у досягненні успіхів у соціально-економічному розвитку сільських територій відіграє кооперування в єдину систему виробництва, переробки та реалізації продукції [13]. Інвестори, розвиваючи агропромисловий комплекс, вибудовують вертикальні об'єднані зв'язки, які замикаються в один ланцюжок виробників і споживачів сільськогосподарської продукції. Такі схеми є найбільш ефективними і життєздатними.

Метою державних та регіональних органів влади є підтримка лідерів та створення на їх основі точок зростання агропромислового виробництва. Збільшення капіталу, створення сприятливих умов життя для населення, стимулювання агробізнесу до нарощування темпів виробництва, інтеграція сектора управління в сферу матеріального виробництва є ключовими завданнями менеджменту.

Економічне зростання в загальному розумінні визначається як таке збільшення масштабів регіонального виробництва, що забезпечує зростання використовуваних факторів виробництва і поліпшення їх якості, які, в свою чергу, характеризують інтенсивний тип розвитку.

Можна виділити два основних механізми (підходи) стимулювання економічного зростання сільських територій.

Перший підхід застосовний до умов часткового використання регіоном економічних ресурсів сільських територій. В умовах неповного використання виробничих потужностей агропромислових підприємств, вилучення земель сільськогосподарського призначення з обігу, збільшення кількості осіб, не зайнятих в аграрній сфері, зменшення податкових надходжень до місцевих бюджетів органи управління змушені шукати нові шляхи вирішення проблем. Наприклад, за рахунок бюджетних інвестицій на інноваційний розвиток використання ресурсів, підвищення доходів і платоспроможності населення, рівня і якості життя і т.д.

Другий підхід застосовний до ситуації, коли наявні виробничі потужності працюють на повну потужність і подальший розвиток регіональної економіки пов'язаний з підвищенням її конкурентоспроможності, структурною перебудовою, підвищенням продуктивності праці та досягненням загального стану ефективності виробництва за рахунок використання інновацій. Механізм такого розвитку в економічній науці пояснюється постулатами теорії зростання. Джерелом зростання тут також є інвестиції, але не тільки бюджетні, а й капітальні вкладення галузевоутворюючих підприємств, що формують структуру точок росту. У традиційному розумінні вважається, що зростання виробництва визначається п'ятьма факторами кооперації економічних ресурсів: кількість і якість природних ресурсів; кількість і якість трудових ресурсів; оптимізація витрат; технічний прогрес; капітальні витрати.

Безумовно, основоположними заходами регіональної аграрної політики повинні бути: дослідження природного капіталу, розвиток системи освіти, інвестиційна політика, інновації, структурна політика. Реалізація можливості здійснення економічного зростання залежить від критеріїв попиту, обєднання ресурсів, законодавчих та інституційних чинників. В основі цих критеріїв лежать політика доходів, підвищення активності працездатного населення, поліпшення ринкового середовища, розвиток інституційних відносин.

Формування окремих «точок росту» передбачається здійснювати за допомогою таких підходів: формування ініціатив територіальних громад у сфері розвитку пріоритетних напрямів розвитку території, діяльності окремих програм та нових проєктів; стратегічне планування розвитку територій та регулювання земельних відносин; передача земельних ділянок та інвестиційних майданчиків під нові виробничі потужності; залучення інвесторів, що володіють новими технологіями та займають високу позицію на ринку; зняття обмежень для взаємодії малого бізнесу у промисловій та аграрній політиці регіону з метою вирішення проблем економічного розвитку сільських населених пунктів; визначення та закріплення критеріїв відбору проблемних сільських територій для цільових заходів їх розвитку.

«Точки росту» мають формувати стабільність сільської економіки та сильні конкурентні переваги на ринку. Створення «точок росту» в сільській місцевості необхідне для досягнення економічної незалежності і вирішення проблем сталого розвитку сільських територій.

Алгоритм інноваційної трансформації місцевого управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону сформовано на основі результатів системного аналізу господарювання, накопичення наукових і управлінських знань та їх використання. Ефективність впровадження алгоритму інноваційної трансформації залежить від того, наскільки органічно він буде вбудований у систему управління сільською територією. Схема реалізації алгоритму інноваційної трансформації побудована з урахуванням результатів наших досліджень щодо сталого розвитку сільських територій в контексті членства України в СОТ, а також сутнісних характеристик сучасного стану соціально-економічної інфраструктури регіону.

Наведені вище положення лягли в основу розробки комплексного механізму інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій регіону, який являє собою сукупність взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів, що утворюють єдиний, цілісний, скоординований, послідовний і безперервний процес ефективного функціонування управління. Практика показує, що успішність управління розвитком інфраструктури в сільській місцевості визначається різними факторами, одним з ключових серед яких є людина.

Ефективність заходів щодо вдосконалення управління розвитком інфраструктури сільських територій

пов'язана з інформаційною підтримкою, необхідною для прийняття обґрунтованих рішень та контролю за їх виконанням в органах місцевого самоврядування.

В сучасних умовах адаптація управління до динамічних змін зовнішнього та внутрішнього середовища, вибір оптимального шляху досягнення цілей інфраструктурного розвитку сільських територій, а також організація ефективного контролінгу потребує створення єдиного інтегрованого та автоматизованого цифрового поля в сільській територіальній громаді. Слід підкреслити, що інформаційне поле в даному випадку є не тільки сукупністю даних для прийняття управлінських рішень, а й механізмом обліку, обробки, накопичення та відображення інформації в зручній для користувача формі на основі використання сучасного комплексу комп'ютерного обладнання та адаптивних ІТ-технологій.

Крім необхідності використання сучасних ІТ-технологій в менеджменті, інноваційне управління розвитком інфраструктури в сільській місцевості має базуватися на методологічній основі, що включає:

1) методологію управлінського рішення та набір організаційних заходів з його розробки: цілі управління розвитком сільської інфраструктури, вибір методів розробки рішень, визначення критеріїв оцінки альтернативних варіантів комплексного розвитку інфраструктури, складання логічних схем реалізації етапів і процедур відповідних програм її розвитку;

2) методи розробки управлінських рішень: підбір ефективних методів, шляхів і прийомів реалізації етапів і процедур, необхідних для розробки управлінських рішень щодо розвитку інфраструктури. До них відносяться: сценарний аналіз, стратегічний аналіз, факторний аналіз, експертна оцінка, заміна ланцюгів, моделі теорії ігор, управління запасами і т.д.;

3) організацію розробки управлінського рішення: злагоджена та впорядкована діяльність структурних підрозділів та фахівців територіальної громади у процесі управління розвитком інфраструктури. Організація здійснюється за допомогою стандартизації і регламентації управління, використання методів і інструкцій, нормативів та інших організаційних вимог;

4) технологію розробки управлінського рішення: передбачають підготовку блок-схеми послідовності етапів і процедур розробки рішення, підібраних за критеріями доцільності та ефективності їх реалізації, а також відповідну фінансову підтримку;

5) якість управлінського рішення: сукупність властивостей, якими володіє управлінське рішення, що задовольняє в більшій чи меншій мірі потреби успішного вирішення проблеми комплексного розвитку сільської інфраструктури. До них належать: своєчасність, повнота, прийнятність, цільова орієнтація, конкретність тощо;

6) об'єкт прийняття управлінського рішення: організаційне проєктування елементів інфраструктурної системи сільських територій та її функцій з урахуванням економічних, соціальних, екологічних та інституційних факторів сталого розвитку. Вибір таких об'єктів обумовлений функціональним призначенням і в процесі еволюції сільських територій неминуче коригуються.

Враховуючи наведені вище методологічні особливості та функції управління, можна запропонувати комплекс ключових заходів щодо розвитку інфраструктури сільських територій регіону, серед яких:

1) у кожній територіальній громаді зі складу місцевих депутатів, представників громадськості, бізнесу необхідно на громадських засадах сформувати творчий колектив, завданнями якого буде осмислення загальної ситуації, вироблення ідей щодо забезпечення комплексного розвитку інженерної, соціальної та іншої інфраструктури, узгодження з регіональною політикою сталого розвитку;

2) посилити конструктивну взаємодію аграрних підприємств, фермерських господарств, переробних підприємств, малого бізнесу з органами управління на засадах реалізації державно-приватного партнерства, в рамках якого держава визначає, які послуги та інфраструктура їй потрібні, а приватні інвестори висувають пропозиції, які повинні максимально відповідати вимогам держави.

Основними видами таких партнерств у сільській місцевості можуть бути: реалізація інноваційних та інвестиційних програм розвитку інфраструктури територіальної громади; заснування організацій зі змішаною формою власності для реалізації проєктів і програм створення соціально значущих об'єктів місцевої інфраструктури; розгляд проєктів, запропонованих суб'єктами господарювання, щодо вирішення інфраструктурних питань місцевого значення; внесення пропозицій щодо співфінансування проєктів на засадах державно-приватного партнерства.

Завершальним етапом інноваційної трансформації управління розвитком інфраструктури сільських територій є формування пропозицій щодо розроблення відповідної довгострокової програми, яка є невід'ємною частиною загальної стратегії сталого соціально-економічного розвитку сільської територіальної громади.

Висновки. Сучасні умови обумовлюють необхідність формування такого управління інфраструктурою, яке відповідає завданням адаптації сільських територій України до нових реалій.

Інфраструктура сільських територій, як сукупність виробничих (агропромислових), соціальних та інженерних об'єктів, відображає досягнутий рівень розвитку продуктивних сил і впливає на них через виробничі відносини, тим самим формуючи їх єдність у відтворювальних процесах. Інфраструктура сільських територій на регіональному та місцевому рівнях забезпечує функціонування агропромислової діяльності, від неї залежить ступінь економічної активності аграрного бізнесу та інших видів економічної діяльності, а також якість життя сільського населення. У той же час можливості інфраструктури сільських територій визначаються багатьма факторами, що забезпечують процеси управління.

Представлені результати дослідження спрямовані на з'ясування низки теоретичних аспектів та обґрунтування рекомендацій, що забезпечують нову якість управління розвитком інфраструктури сільських територій. Таким чином, управління інфраструктурою сільських територій має стати об'єктом особливої уваги з боку органів державної влади та місцевого самоврядування. Практичне

оновлення інфраструктурного комплексу потребує продовження досліджень у цьому напрямку наукового дискурсу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боднар О. А. Інституційне забезпечення сільського розвитку. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2016. Вип. 4. (92). С. 61-69.
2. Гадзало Я. М., Лузан Ю. Я. Удосконалення державного управління розвитком аграрного сектору економіки та сільських територій України. *Економіка АПК.* 2020. № 11. С. 6-18.
3. Лупенко Ю. О., Гуторов А. О. Методичні рекомендації з оцінювання рівня інклюзивного розвитку сільського соціуму та сільських територій. Київ : ННЦ «ІАЕ», 2021. 28 с.
4. Малік М. Й., Забуранна Л. В. Розвиток сільських територій в умовах децентралізації влади. *Економіка АПК*. 2017. № 7. С. 5-14.
5. Могилова М. М. Об'єднання територіальних громад в Україні: перспективи і ризики для розвитку сільських територій. *Економіка АПК.* 2019. № 5. С. 68-76.
6. Модернізація державної політики розвитку аграрної сфери України: виклики, шляхи вирішення: монографія / Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т., Лузан Ю. Я. Київ : Аграрна наука, 2020. 379 с.
7. Наукові основи і стратегічні пріоритети сталого розвитку сільських територій України / Гадзало Я. М., Жук В. М., Могилова М. М. та ін.; за ред. Я. М. Гадзала. К.: ННЦ ІАЕ, 2019. 40 с.
8. Патика Н. І., Булавка О. Г. Стратегічні орієнтири та пріоритетні напрями сталого розвитку сільських громад і територій в Україні в умовах децентралізації влади. *Економіка АПК.* 2021. № 8. С. 91-102.
9. Стегней М. І. Сталий розвиток сільських територій в умовах децентралізації: від теорії до практики: монографія. Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. 484 с.
10. Сучасні проблеми та перспективи сталого розвитку сільських територій: матеріали до доповіді на міжнародній науково-практичній конференції 1-2 червня 2017 року / Ю. О. Лупенко [автори-укладачі: Ю. О. Лупенко, М. І. Пугачов, В. П. Саблук та ін.] К.: ННЦ «ІАЕ», 2017. 44 с.
11. Українська модель аграрного розвитку та її соціоекономічна переорієнтація: наук. доп. / О. М. Бородіна, В. М. Геєць, А. О. Гуторов та ін.; за ред. В. М. Гейця, О. М. Бородіної, І. В. Прокопи. Київ: Ін-т екон. та прогнозув. НАН України, 2012. 56 с.
12. Шпикуляк О. Г., Ігнатенко М. М., Швець А. А. Концептуальні оцінки реалізації засад інклюзивного розвитку сільських територій за участі агрохолдингових інтегрованих формувань. *Економіка АПК.* 2021. № 3. С. 97-111.
13. Гуторов О. І., Гуторова О. О. Методологічні принципи та способи розробки стратегії соціо-еколого-економічного розвитку сільських територій. *Аграрні інновації.* 2023. № 18. С. 234-240.

REFERENCES:

1. Bodnar, O.A. (2016). Instytutsiine zabezpechennia silskoho rozvytku [Institutional support for rural development]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria – Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region,* 4 (92), 61-69 [in Ukrainian].
2. Gadzalo, Y.M., & Luzan, Yu.Ya. (2020). Udoskonalennia derzhavnoho upravlinnia rozvytkom ahrarnoho sektoru ekonomiky ta silskykh terytorii Ukrainy [Improvement of state management of the development of the agricultural sector of the economy and rural areas of Ukraine]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex,* 11, 6-18 [in Ukrainian].
3. Lupenko, Yu.O., & Hutorov, A.O. (2021). *Metodychni rekomendatsii z otsiniuvannia rivnia inkliuzyvnoho rozvytku silskoho sotsiumu ta silskykh terytorii [Methodical recommendations for assessing the level of inclusive development of society and rural areas].* Kyiv: NSC "IAE", 28 [in Ukrainian].
4. Malik, M.Й., & Zaburanna, L.B. (2017). Rozvytok silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsii vlady [Development of rural areas in the context of decentralization of power]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex,* 7, 5-14 [in Ukrainian].
5. Mohylova, M.M. (2019). Obiednannia terytorialnykh hromad v Ukraini: perspektyvy i ryzyky dlia rozvytku silskykh terytorii [Amalgamation of territorial communities in Ukraine: prospects and risks for the development of rural areas]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex,* 5, 68-76 [in Ukrainian].
6. Hadzalo, Y.M., Hladii, M.B., Sabluk, P.T., & Luzan, Yu.Ya., et al. (2020). *Modernizatsiia derzhavnoi polityky rozvytku ahrarnoi sfery Ukrainy: vyklyky, shliakhy vyrishennia [Modernization of the state policy for the development of the agrarian sphere of Ukraine: challenges, solutions].* Kyiv : Ahrarna nauka, 379 [in Ukrainian].
7. Hadzalo, Y.M., Zhuk, V.M., & Mohylova, M.M., et al. (2019). *Naukovi osnovy i stratehichni priorytety staloho rozvytku silskykh terytoriy Ukrainy [Scientific bases and strategic priorities of sustainable development of rural areas of Ukraine].* Kyiv: NSC IAE, 40 [in Ukrainian].
8. Patika, N.I., & Bulavka, O.G. (2021). Stratehichni oriientyry ta priorytetni napriamy staloho rozvytku silskykh hromad i terytorii v Ukraini v umovakh detsentralizatsii vlady [Strategic guidelines and priority directions of sustainable development of rural communities and territories in Ukraine in the context of decentralization of power]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex, 8, 91-102* [in Ukrainian].
9. Stehney, M.I. (2014). *Stalyi rozvytok silskykh terytorii v umovakh detsentralizatsiyi: vid teorii do praktyky [Steel development of silsky territories in the minds of decentralization: vid theory to practice].* Mykolayiv: FOP Shvets V.D., 484 [in Ukrainian].
10. Lupenko, Y.O., Puhachov, M.I., & Sabluk, V.P. (2017). Suchasni problemy ta perspektyvy staloho rozvytku silskykh terytoriy [There are problems and prospects for the development of silsky territories]. *Mothers to additional materials at the international scientific and practical conference 1-2 chervnya 2017. Kyiv: NSC "IAE", 44* [in Ukrainian].
11. Borodina, O.M., Heiets, V.M., & Hutorov, A.O. et al. (2012). *Ukrainska model ahrarnoho rozvytku ta ii sotsioekonomichna pereoriientatsiia [Ukrainian model of agrarian development and its socioeconomic reorientation].* Kyiv: In-t econ. and predicted. NAS of Ukraine, 56 [in Ukrainian].
12. Shpikuliak, O.H., Ihnatenko, M.M., & Sweden, A.A. (2021). Kontseptualni otsinky realizatsii zasad inkliuzyvnoho rozvytku silskykh terytorii za uchasti ahrokholdynhovykh

intehrovanykh formuvan [Conceptual assessment of the smplementation of agricultural planning projects for the participation of agricultural holding enterprises]. *Ekonomika APK – Economy of the agro-industrial complex,* 3, 97-111 [in Ukrainian].
13. Hutorov, O.I., & Hutorova, O.O. (2023). Metodolohichni pryntsypy ta sposoby rozrobky stratehii sotsio-ekoloho-ekonomichnoho rozvytku silskykh terytorii [Methodological principles and methods of developing a strategy for socio-ecological-economic development of rural areas]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 18, 234-240 [in Ukrainian].

Гуторов О.І., Гуторова О.О. Комплексний механізм інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій регіону

Мета. Метою проведених досліджень було теоретико-методологічне обґрунтування та розроблення прикладного інструментарію механізму управління інноваційним розвитком інфраструктури сільських територій. **Результати.** В роботі обгрунтовано, що завдання інноваційної модернізації системи управління на основі оптимального та ефективного розподілу продуктивних сил та виділення інфраструктурних центрів у регіонах зумовлюють необхідність концептуального обґрунтування нового формату взаємодій. Доведено необхідність активізації регулювання розвитку інфраструктури у сільській місцевості та підтримки практичної реалізації відповідних заходів на регіональному та місцевому рівнях, включаючи моніторингові дослідження, комплексні, прогностичні та експертні оцінки наслідків дій управління. Реалізація логіко-процесної моделі удосконалення механізму управління розвитком інфраструктури сільських територій передбачає визначення мети, джерел формування інвестиційних ресурсів, територіальне розташування та участь у соціально-економічних процесах всіх елементів, об'єктів і складових інфраструктури. У роботі досліджено економічний зміст інфраструктури сільських територій, системи управління на основі вдосконалення міжрівневої взаємодії. Запропоновано механізм та інструменти управління інноваційним розвитком інфраструктури сільських територій регіону. З метою досягнення економічної незалежності і вирішення проблем сталого розвитку сільських територій запропоновано створення «точок росту» в сільській місцевості. **Висновки.** Перехід сільських територій України до концепції, спрямованої на розвиток всього комплексу інфраструктури, потребує аналізу та оцінки ефективності роботи всіх її суб'єктів та підсистем, розробки комплексного механізму інноваційного розвитку інфраструктури сільських територій регіону та впровадження методів програмно-цільового управління розвитком інфраструктури сільських територій на регіональному рівні. В якості концептуальної основи вдосконалення механізму управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону запропоновано логіко-процесну модель комплексної модернізації процесів управління. Стратегічним напрямом удосконалення управління розвитком інфраструктури сільських територій регіону є поетапний перехід до формування оптимальної системи управління на основі впровадження інноваційних механізмів та інструментів. Модель міжрівневої взаємодії в організаційній структурі управління розвитком сільських територій відображає мету досягнення балансу інтересів підсистем управління в їх секторальному розрізі для задоволення інтересів місцевого населення на основі раціонального використання бюджетних коштів та виробничих можливостей агробізнесу, покращення інституційного середовища та подолання негативних наслідків антропогенного навантаження на біосферу. Використання сучасних IT-технологій в менеджменті, інноваційне управління розвитком інфраструктури в сільській місцевості має базуватися на методологічній основі, що включає методику управлінського рішення та набір організаційних заходів з його розробки, методи розробки управлінських рішень, організацію розробки управлінського рішення, технологію розробки управлінського рішення, якість управлінського рішення, об'єкт прийняття управлінського рішення.

Ключові слова: сільські території, інфаструктура, інноваційний розвиток, управління, міжрівнева взаємодія, «точка росту», економічне зростання, інвестиції, управлінські рішення.

Gutorov O.I., Gutorova O.O. A comprehensive mechanism for innovative development of infrastructure in rural areas of the region

Purpose. The purpose of the research was the theoretical and methodological substantiation and development of applied tools for the mechanism of management of innovative development of rural infrastructure. **Results.** In the work, it is primed that innovative modernization of the management system is introduced on the basis of optimal and effective development of productive forces and the vision of infrastructural centers in the regions of zoom in the need for conceptual connivance of a new format of reciprocal modes. The necessity of activating the regulation of the development of the infrastructure in the agricultural space and the support of practical implementation of invasive approaches at the regional and space levels, including monitoring research, comprehensive, prognostic and expert assessment of the findings of management activities, is presented. Implementation of a logical-process model to improve the mechanism of management of the development of the infrastructure of agricultural territories for the transfer of the calculation of the met, the formation of investment resources, the territorial distribution and the fate of the socio-economic processes of all elements, objects and warehouse infrastructure. The work has developed an economic system of the infrastructure of agricultural territories, management systems and approaches to management on the basis of improving international interaction. The mechanism and tools for managing the innovative development of the infrastructure of the agricultural territories of the region have been proposed. In order to achieve economic independence and solve the problems of the steel development of agricultural territories, the creation of "growth points" in the agricultural region has been proposed. **Conclusions.** The transition of the agricultural territories of Ukraine to the concept of direct development of the entire complex of infrastructure will require the analysis and assessment of the efficiency of the work of all its subjects and support systems, the development of a comprehensive mechanism for the innovative development of the infrastructure of the agricultural territories of the region and the introduction of methods for the programmatic and target management of the development of the infrastructure of agricultural territories at the regional level. In the quality of the conceptual basis for the mechanism of management of the development of the infrastructure of agricultural territories in the

region, a logical-process model of complex modernization of management processes has been proposed. Strategic direct improvement of the management of the development of the infrastructure of agricultural territories in the region does not lead to the formation of an optimal management system on the basis of the introduction of innovative mechanisms and tools. The model of international interaction in the organizational structure of management of the development of agricultural territories in the field of access to the balance of interests of the management systems in the sectoral sector to satisfy the interests of the intergovernmental population on the basis of rational use of budget funds and production capacities of agricultural business, to improve the institutional environment and to reduce the negative effects of anthropogenic inversion to the biosphere. The development of modern IT technologies in management, innovative management of the development of infrastructure in the agricultural space can be based on methodological bases, which include the methodology of management decision and the collection of organizational approaches from the development of the first development, the methods of development of management decisions, the organization of the development of management decisions, the technology of development of management decisions, the quality of management decisions, the object of the management decision.

Key words: rural areas, infrastructure, innovation development, management, international interaction, "growth point", economic protection, investment, management decisions.

UDC 631.11:330.341.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.44

THE IMPACT OF THE INTRODUCTION OF INNOVATIONS ON RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

MIRZAYEV Natig – PhD in Economics, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-2520-3619
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku
NAGIYEV Orkhan – Master's student
orcid.org/0009-0008-4770-8029
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku

Statement of The Problem. Agricultural businesses operate in an inherently high-risk sector. Climate variability, market volatility, pest infestation and resource scarcity deeply affect the daily activities of these businesses and threaten their sustainability. However, the agricultural sector is increasingly under pressure due to global population growth and increasing food demand. This requires agricultural businesses to both increase their productivity and manage the risks they face more effectively in this process. Traditional risk management approaches are mostly based on reactive and manual strategies and are inadequate to address the increasing complexity and dynamism of agricultural systems. For example, measures taken against a pest infestation are often put into effect after a crisis has occurred. This situation both causes financial losses to grow and weakens the long-term resilience of agricultural businesses. These limitations of traditional approaches increase the importance of integrating innovative practices into risk management processes. Innovations emerge as both an opportunity and a challenge for agricultural businesses. The adoption of innovative technologies, data-based decision support systems and automation solutions can significantly transform risk management. For example, precision agriculture practices offer farmers unique opportunities to increase the productivity of their fields and optimize the use of resources. In addition, satellite imaging and sensor technologies allow agricultural businesses to detect risks early and take proactive measures. However, implementing these innovations also poses challenges, such as high initial costs, technological adaptation time, and lack of technical knowledge.

Analysis of the latest research and publications. Adams (2019) highlights the importance of managing agricultural risks through innovation, offering practical ideas for agribusinesses to reduce risk and increase resilience. Clarke (2021) explores the future of agriculture, discussing how innovation can shape the industry's ability to manage emerging risks. Evans (2019) provides a detailed examination of risk management innovations specific to the agricultural sector, suggesting ways to mitigate both financial and operational risks. Foster (2019) focuses on strategies for implementing innovation in risk management, providing a roadmap for agribusinesses seeking long-term success. Other works, such as Green (2020) and Harris (2020), explore practical applications of risk management strategies and the role of innovation in transforming agricultural practices. Mitchell (2020) discusses current trends and technological solutions aimed at minimizing risks in agriculture, while Smith (2021) provides insights into the latest developments in agricultural risk management practices. Thomas (2017) addresses sustainable approaches to agricultural risk management, and Turner (2018) examines the evolving risk and innovation landscape in modern agriculture. Together, these scholarly studies offer a comprehensive view of how innovation can improve risk management practices and ensure the sustainability and growth of the agricultural industry in the face of ever-changing challenges.

The scientific and technical environment of business is technology, materials, latest products. Business leaders in various fields should know that the role of scientific and technological progress in business is gradually growing. This is due to the increased competition, the reduction in the period of creation of completely new technological products, as a result of which products, from a moral point of view, age at a high speed, their life is reduced, on the other hand, the preparation of new types of products is accelerated [1].

The introduction of innovations in agricultural businesses provides significant advantages in terms of risk management. While traditional agricultural methods are generally based on past experiences and intuition, innovative approaches supported by modern technologies offer the opportunity to identify risks more accurately and early. In this context, an expanded risk definition can be made and two main technology focuses can be focused on: data-based insights and remote sensing. Internet of Things (IoT) and artificial intelligence-supported analytical systems enable agricultural activities to be managed more efficiently and predictably (Harris, 2020). IoT devices continuously monitor critical variables such as weather, soil moisture, temperature, pest populations and plant health. This data can be analyzed with artificial intelligence algorithms and provide real-time recommendations to farmers. For example, if weather conditions change in a certain region, early warning systems can be activated and inform farmers in advance of a possible frost event or rainstorm. Thus, crop losses can be prevented and business risks can be minimized. Unmanned aerial vehicles (drones) and satellite imaging systems provide great convenience in monitoring large agricultural areas. These technologies precisely analyze the health status of plants in the field, detecting problems such as water stress, pest infestations or disease outbreaks early. High-resolution images collected by drones

allow rapid identification of diseased areas and precise spraying of these areas. Similarly, satellite images allow the assessment of soil properties such as organic matter content and water retention capacity (Smith, 2021). The implementation of innovations in agricultural enterprises both enables and optimizes risk management processes. Technologies such as data-driven insights and remote sensing support sustainability and efficiency goals in agricultural production by providing farmers with a more solid basis for decision-making processes.

Innovations in agricultural businesses have a significant impact on the management of environmental risks. Modern technologies and biotechnological innovations play a major role in helping farmers cope more effectively with environmental factors. In this context, strategies such as precision agriculture practices and climate-resistant plants are critical in reducing environmental risks. Precision Agriculture innovation is an important step towards optimizing resource use in agricultural production. GPS-enabled equipment and sensors allow farmers to monitor each area of their fields in detail. For example, sensors monitor soil moisture and plant health in real time to determine how efficiently water, fertilizer and pesticides are used in the field (Adams, 2019). This data helps prevent waste by using only the amount of water and fertilizer needed in production areas. In addition, unpredictable weather conditions, especially extreme temperature changes and rainfall imbalances, can be better managed thanks to precision agriculture technologies. Such technologies minimize environmental risks while also reducing production costs. One of the biggest challenges faced in agriculture with climate change is extreme weather events and pest infestations. One way to combat these threats is to use climate-resistant plants developed through biotechnological innovations. Drought-resistant, cold-resistant and pest-resistant plants increase the sustainability of agricultural production. These plants become more resistant to extreme weather conditions, which provides farmers with a safer production process against environmental threats such as drought, heavy rains and pest infestations. For example, such plants developed through genetic engineering can grow efficiently even in areas with water restrictions. Managing environmental risks in agricultural enterprises is becoming more effective with innovative practices. Innovations such as precision agriculture and climate-resistant plants reduce environmental risks, provide farmers with a more efficient and sustainable production environment, and also reduce the environmental footprint of the agricultural sector. Such innovations provide great benefits in the long term, both environmentally and economically.

The introduction of innovations in agricultural enterprises plays an important role in risk management by increasing operational efficiency. Automation, robotic technologies and digital monitoring systems enable farmers to use their resources more efficiently and optimize their operational processes. The most obvious effects of these processes are seen in labor management and supply chain transparency. Reducing dependence on labor in agriculture has become a critical risk management strategy, especially in times of labor shortages (Evans, 2019). Automation and robotic technologies can perform routine agricultural tasks such as planting, harvesting, weeding and fertilizing more quickly and efficiently. For example, autonomous tractors can perform planting operations with less manpower by following field boundaries with GPS technology. Similarly, robotic weeding machines quickly detect and eliminate pests and weeds, reducing the use of chemical pesticides and minimizing environmental impacts. Such technologies reduce operational risks such as labor shortages and increase the profitability of agricultural enterprises by reducing production costs. Agricultural production is vulnerable to risks at every stage in the supply chain. These risks may include product authenticity, contamination and market access. Blockchain technology offers a revolutionary innovation in reducing these risks by providing transparency in the supply chain. Blockchain ensures the traceability of each product from the production stage to the end user, so that the source of the products, production conditions and transportation processes can be verified. The use of this technology increases the safety of the products and provides more confidence to the consumer. In addition, providing transparency in the supply chain of agricultural products helps prevent food safety problems and increase quality control. While reducing the risk of contamination of products, delays and losses in the supply chain are also minimized. Innovations such as automation, robotic technologies and blockchain in agricultural enterprises increase operational efficiency while minimizing major risks. These technologies eliminate labor shortages and ensure the efficient use of resources. In addition, transparency in the supply chain strengthens food safety and quality control, contributing to the creation of a more sustainable and reliable production process.

The introduction of innovations in agricultural businesses creates a significant transformation in the management of financial risks. The agricultural sector is faced with many financial risks such as natural disasters, climate change and market fluctuations. However, new technologies and innovations allow these risks to be managed more effectively. Agricultural insurance innovations and digital platforms for financing are two important strategies that help farmers reduce their financial risks. Agricultural insurance protects farmers against losses caused by natural disasters and adverse weather conditions (Turner, 2018). However, traditional insurance models are generally of limited benefit due to slow processing processes and low accuracy rates. To overcome this problem, parametric insurance models supported by satellite data and weather indices have been developed. These models provide automatic payments if a certain weather condition (for example, excessive rainfall or drought) exceeds a certain threshold. In this way, farmers can process their insurance claims quickly and accurately and recover their losses faster. Parametric insurance also makes costs more predictable and allows insurance companies to manage payment processes more effectively. Access to financing for agricultural businesses is critical to the continuity of production activities (Clarke, 2021). However, traditional financing channels often provide farmers with loans at high interest rates and with complex processes. In recent years, farmers have found

easier access to credit thanks to digital platforms. Online platforms help farmers manage their cash flows by offering low-interest loans and flexible payment options. In addition, these platforms encourage farmers to invest in innovative technologies, such as precision agriculture practices or climate-resilient plants, which reduce financial risks and provide a more efficient and sustainable production process. Digital financing platforms also enable farmers to make better decisions in areas such as supply chain management, production planning and risk assessment.

The introduction of innovations in agricultural businesses plays an important role in adapting to market risks. The agricultural sector is greatly affected by market fluctuations as well as climate change. Factors such as changes in product prices, disruptions in the supply-demand balance, or global trade policies can directly affect farmers' incomes. In this context, technologies such as market forecasting tools and artificial intelligence offer great opportunities to manage market risks more effectively. In agriculture, making accurate market forecasts is a critical factor in farmers' decisions about which products to produce and when. Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) models help farmers predict price trends and market dynamics using big data analytics (Mitchell, 2020). These models predict future price movements by analyzing historical price data, weather forecasts, global demand changes, and other economic indicators. In this way, farmers can optimize their production, grow more products during periods of high demand, or avoid unnecessary production during periods of low prices. In addition, predicting the sales price of products offers farmers the opportunity to develop correct strategies and minimize potential losses. Machine learning algorithms can help farmers predict not only prices, but also changes in market demand, consumer habits, and competitive conditions. These predictions enable important decisions in product variety, market targeting, and strategic sales planning. For example, in a market with extreme price fluctuations, farmers can sell before prices fall or store their products for profit when prices may rise. Innovative technologies such as artificial intelligence and machine learning allow for better analysis and management of market risks. By enabling farmers to make more flexible and informed decisions against price fluctuations, agricultural businesses can achieve financial sustainability.

Purpose of the article. The aim of this article is to analyze the impact of innovative practices on risk management in agricultural enterprises and identify effective strategies for their implementation.

Research results. The findings of this study show that the effects of introducing innovations in agricultural enterprises on risk management are significant. In particular, it has been determined that innovative solutions such as precision agriculture technologies, digital platforms, data analytics, drones and the integration of smart sensors have reduced uncertainties in agricultural activities and improved efficiency and decision-making processes. In addition, it has been observed that these innovations provide farmers with a more resilient structure against risks such as climate change, market fluctuations and natural disasters.

Conclusions. As a result, the implementation of innovations in agricultural enterprises has a critical role in increasing the effectiveness of risk management. The study reveals that innovative technologies and methods have positive effects on sustainability, productivity and profitability by reducing risk factors in agricultural enterprises. In addition, the importance of supporting policies such as state support, training programs and increasing technology access has been emphasized for the effective implementation of these innovations. Future research should examine the effects of innovations on risk management in different agricultural production models in more depth and focus on how these applications can be scaled in different geographical regions. This study demonstrates that the contributions of agricultural innovations to risk management from economic, social and environmental perspectives provide a basis for more comprehensive research.

BIBLIOGRAPHY:

1. Мирзоев Н. С. Визначення факторів зовнішнього середовища, що діють на організацію бізнесу у південному регіоні Азербайджану. *Таврійський науковий вісник*. 2010. Вип. 73. С. 332-336.
2. Adams R. Managing agricultural risks through innovation. Wiley. 2019.
3. Clarke P. The future of agriculture: Innovation and risk. CRC Press. 2021.
4. Evans B. Risk management innovation in the agricultural sector. Oxford University Press. 2019.
5. Foster S. Innovation in agricultural risk management: Strategies for success. Elsevier. 2019.
6. Green T. Risk management strategies in agribusiness. Routledge. 2020.
7. Harris L. Agricultural innovation and risk management practices. Cambridge University Press. 2020.
8. Mitchell C. Innovations in agricultural risk: Trends and solutions. Springer. 2020.
9. Smith J. Innovation in agricultural risk management. Springer Nature. 2021.
10. Thomas R. Sustainable agricultural risk management and innovation. Routledge. 2017.
11. Turner M. Risk and innovation in modern farming. Palgrave Macmillan. 2018.

REFERENCES:

1. Myrzoev, N.S. (2010). Vyznachennia faktoriv zovnishnoho seredovyshcha, shcho diiut na orhanizatsiiu biznesu u pivdennomu rehioni Azerbaidzhanu [Determination of foreign trade factors acting in the organization of business in southern Azerbaijan]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald, 73, 332-336* [in Ukrainian].
2. Adams, R. (2019). Managing agricultural risks through innovation. Wiley.
3. Clarke, P. (2021). The future of agriculture: Innovation and risk. CRC Press.
4. Evans, B. (2019). Risk management innovation in the agricultural sector. Oxford University Press.
5. Foster, S. (2019). Innovation in agricultural risk management: Strategies for success. Elsevier.
6. Green, T. (2020). Risk management strategies in agribusiness. Routledge.

7. Harris, L. (2020). Agricultural innovation and risk management practices. Cambridge University Press.
8. Mitchell, C. (2020). Innovations in agricultural risk: Trends and solutions. Springer.
9. Smith, J. (2021). Innovation in agricultural risk management. Springer Nature.
10. Thomas, R. (2017). Sustainable agricultural risk management and innovation. Routledge.
11. Turner, M. (2018). Risk and innovation in modern farming. Palgrave Macmillan.

Mirzayev N., Nagiyev O. The impact of the introduction of innovations on risk management in agricultural enterprises

The application of innovations in agricultural enterprises has a significant impact on risk management by improving decision-making, increasing operational efficiency and reducing uncertainties. Agricultural enterprises face multiple risks, including climate variability, market volatility, pest infestation and resource scarcity. Traditional risk management methods often fall short in comprehensively addressing these challenges, leading to reduced profitability and sustainability. The **purpose** of this article is to determine the impact of the application of innovations in agricultural enterprises on risk management. The research work used **methods** of analysis, synthesis and comparative analysis. To achieve the scientific results of the work, a system, process, resource and effective approaches were used. The **results** show that the integration of innovations increases the possibilities of risk management in agriculture. Precision farming techniques such as the use of sensors and drones reduce climate and operational risks by providing accurate information and minimizing resource waste. Advanced technologies such as blockchain provide transparency and traceability in supply chains, reducing market and logistical risks. In addition, digital platforms facilitate better access to financial resources, insurance and market information, allowing farmers to manage financial and operational risks more effectively. **Conclusions.** As a result, the implementation of innovations in agricultural enterprises has a critical role in increasing the effectiveness of risk management. The study reveals that innovative technologies and methods have positive effects on sustainability, productivity and profitability by reducing risk factors in agricultural enterprises. In addition, the importance of supporting policies such as state support, training programs and increasing technology access has been emphasized for the effective implementation of these innovations. This study demonstrates that the contributions of agricultural innovations to risk management from economic, social and environmental perspectives provide a basis for more comprehensive research.

Key words: Agricultural innovation, Sustainability, Efficiency, Uncertainty, Optimization, Adaptability.

Мірзаєв Н., Нагієв О. Вплив впровадження інновацій на управління ризиками в сільськогосподарських підприємствах

Застосування інновацій в сільськогосподарських підприємствах має суттєвий вплив на управління ризиками шляхом покращення процесу прийняття рішень, підвищення операційної ефективності та зменшення невизначеностей. Сільськогосподарські підприємства стикаються з багатьма ризиками, включаючи мінливість клімату, нестабільність ринку, зараження шкідниками та дефіцит ресурсів. Традиційні методи управління ризиками часто не можуть комплексно вирішити ці проблеми, що призводить до зниження прибутковості та стабільності. **Метою** даної статті є визначення впливу застосування інновацій в сільськогосподарських підприємствах на управління ризиками. У дослідницькій роботі використовувалися **методи** аналізу, синтезу та порівняльного аналізу. Для досягнення наукових результатів роботи використано системний, процесний, ресурсний та ефективний підходи. **Результати** показують, що інтеграція інновацій збільшує можливості управління ризиками в сільському господарстві. Технології точного землеробства, такі як використання датчиків і дронів, знижують кліматичні та експлуатаційні ризики, надаючи точну інформацію та мінімізуючи втрату ресурсів. Передові технології, такі як блокчейн, забезпечують прозорість і відстежуваність у ланцюгах поставок, зменшуючи ринкові та логістичні ризики. Крім того, цифрові платформи полегшують доступ до фінансових ресурсів, страхування та ринкової інформації, дозволяючи фермерам ефективніше управляти фінансовими та операційними ризиками. **Висновки.** Як наслідок, впровадження інновацій на сільськогосподарських підприємствах відіграє вирішальну роль у підвищенні ефективності управління ризиками. Дослідження показує, що інноваційні технології та методи позитивно впливають на сталість, продуктивність і прибутковість шляхом зменшення факторів ризику в сільськогосподарських підприємствах. Крім того, для ефективного впровадження цих інновацій було підкреслено важливість підтримки політики, такої як державна підтримка, навчальні програми та розширення доступу до технологій. Це дослідження демонструють, що внесок сільськогосподарських інновацій в управління ризиками з економічної, соціальної та екологічної точок зору є основою для більш комплексних досліджень.

Ключові слова: інновації в сільському господарстві, стійкість, ефективність, невизначеність, оптимізація, адаптивність.

UDC 658.512: 330.112
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.45

FORMS AND DEVELOPMENT OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT IN HIGH-TECH ENTERPRISES

MIRZAYEV Natig – PhD in Economics, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-2520-3619
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku
SALMANOVA Vusala – Master's student, 2nd year, Business organization and management
orcid.org/0009-0006-3770-5073
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku

Statement of The Problem. There is a serious economic, social and technological need to determine the directions and means of realizing this potential. It is necessary to look for ways to overcome existing and expected obstacles to the sustainable development of the enterprise [7]. High-tech enterprises are dynamic organizations operating under rapidly changing technological and market conditions. These enterprises use technology-based processes to develop innovative products and services, increase efficiency, and gain competitive advantage. Business process management (BPM) plays a critical role in the success of high-tech enterprises because effective and efficient management of these processes offers great opportunities for reducing costs, ensuring quality standardization, and producing innovative solutions. However, rapidly changing conditions in the high-tech sector may lead to the inadequacy of traditional business process management approaches. In high-tech enterprises, business process management is based on technology-focused strategies, automation, digitalization, flexible organizational structures, and data-driven decision-making processes. In these enterprises, more innovative, agile, and dynamic methods have been adopted by going beyond traditional business process management approaches. However, there are significant obstacles such as the difficulties encountered in this development process, adaptation of management strategies, and upgrading of workforce skills. In addition, comprehensive and concrete data on the impact of the digital transformation process on business performance is lacking. In this context, there is a need for an in-depth understanding of the forms of business process management in high-tech enterprises and the development of these processes, the challenges faced by enterprises, the innovative approaches adopted and the effects of these approaches on organizational effectiveness. In addition, the contributions of business process management integration with technologies such as digitalization, artificial intelligence, big data analytics and industry 4.0 to business performance will provide strategic insights that can be a model for other enterprises in the sector.

Analysis of the latest research and publications. Davenport (2020) focuses on process innovation, emphasizing how information technology can fundamentally transform business operations and improve efficiency. In another book, Davenport and Beers (2020) discuss the strategic management of information technology to increase business value. Hammer (2021) advocates for the restructuring of corporations through a revolutionary approach to business processes, urging organizations to adopt new strategies for greater agility and efficiency. Harmon (2017) provides a comprehensive guide to implementing business process changes for managers and process professionals, emphasizing the importance of a structured approach. Kettinger and Teng (2020) examine the impact of business process management on the success of information systems, emphasizing the integration of BPM with IT systems to improve organizational performance. Moad and Alt (2015) focus on BPM in high-tech enterprises, providing insights into how BPM can drive innovation in technology-based industries. Pritchard (2019) presents a modern approach to BPM for the digital age, focusing on process-based systems. Schreyögg and Koch (2021) delve into the theoretical foundations of BPM, exploring key concepts, languages, and architectures. Smith and Fingar (2022) present the third wave of BPM, focusing on emerging trends in the field. Finally, Westerman and Bonnet (2019) predict the future trajectory of BPM, anticipating the role of emerging technologies in shaping the discipline. Together, these scholarly studies provide a comprehensive understanding of business process management, its evolution, and its integration with technology to ensure business success in the modern era.

In the early stages of high-tech companies, the management of business processes is often disorganized and manual. These processes operate on an ad hoc basis before adopting a more formal and structured approach as the company grows and matures. In early-stage businesses, workflows are often managed informally. This means that there is no specific planning and process management infrastructure for the smooth running of work. Employees rely more on individual initiative to accomplish their work (Hammer, 2021). However, this structure can lead to inefficiencies that will not be sustainable as the business grows. The prominence of manual processes limits the ability to quickly manage workflows. Many of these processes include steps that can be automated using digital systems and software. However, early-stage businesses often rely on processes that require manual intervention because they have not yet established such technological infrastructures. In addition, integration between departments is limited during this period when business processes are not considered as a whole. Often, each department works independently. This can make it difficult to share information and communicate, and can even lead to interruptions in business processes. Siloed functions mean that each department focuses on its own function and

does not contribute to the functioning of the company as a whole. For example, lack of communication between different departments such as R&D, sales and finance can lead to interrupted information flow and conflicting goals (Kettinger, Teng, 2020). In addition, incompatible data between departments leads to more errors and repetition in business processes. Such siloed structures can prevent the company from achieving its goals of rapid growth and innovation in its development. Businesses at this stage realize the need for digitalization, process integration and optimization of workflows in order to improve business process management. This development forms the basis for a more efficient, flexible and collaborative organizational structure.

As high-tech businesses began to switch to BPM (Business Process Management) software to provide automation and optimization in business process management, they experienced increased productivity. These software automated routine and time-consuming tasks and directed the workforce to more strategic areas. Leading BPM tools such as SAP and Oracle helped to make processes more fluid by ensuring that functions worked in better harmony with each other (Pritchard, 2019). Such software minimized manual intervention, reducing error rates and increasing operational speed and efficiency. Process mapping became one of the most important functions of BPM software. By visualizing business processes, companies were able to easily identify bottlenecks and inefficiencies. These processes increased transparency within the company and allowed decision makers to evaluate performance more accurately. Visualization also allowed employees to better understand processes and identify necessary improvements. In addition, high-tech companies turned to standardizing their processes. Standardization applied across departments ensured consistency and minimized error rates. Standard processes ensured that each department operated according to certain criteria, allowing business processes to proceed more quickly and smoothly. These developments were an important step in optimizing business processes and provided high-tech companies with a more competitive advantage.

Business process management (BPM) in high-tech enterprises has become increasingly data-driven. The increasing availability of big data and advanced analytics tools has made BPM processes more precise and effective. These technologies provide important tools for enterprises to monitor their processes, evaluate their efficiency, and make faster and more accurate decisions (Smith, Fingar, 2022). With the help of analytics, enterprises can not only monitor the current performance of their processes, but also make future improvements based on this data. For example, high-tech companies take actions based on real-time data when optimizing processes to increase operational efficiency. This allows for the rapid detection and resolution of disruptions in production lines. The fact that BPM systems have become data-driven has also increased the ability to make instant changes in processes. Real-time monitoring allows enterprises to continuously analyze processes and intervene immediately. In this way, problems are detected before they grow and the performance of enterprises is optimized. Real-time data flow allows enterprises to instantly notice any deviations and inefficiencies occurring in their business processes. In addition, predictive analytics tools make it possible to predict future process results based on past data. These tools analyze past performance data to anticipate potential problems and opportunities. By using such predictive tools, high-tech businesses can take a more proactive approach and quickly adapt to adverse situations they encounter. These tools not only foresee problems but also provide a solid foundation for future strategic decisions, making businesses more efficient and competitive.

Today's high-tech businesses are focusing heavily on digital transformation processes. This transformation involves the integration of innovative technologies that aim to make business processes smarter and more agile. Business process management (BPM) combines with artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and cloud-based solutions to create more efficient and effective systems (Westerman, Bonnet, 2019). For example, AI-based analytics are integrated into BPM systems to enable data-driven decisions, which makes it possible to manage processes faster and more accurately. IoT devices provide real-time data collection and monitoring, while cloud solutions make the entire system more accessible and flexible. The agile approach to BPM offers a significant advantage, especially in fast-paced high-tech industries. Agile BPM enables businesses to adapt to rapidly changing market demands and make continuous improvements in processes. Compared to traditional process management, agile BPM enables decision-making and implementation in shorter cycles. This makes it easier to develop innovative solutions and gain a competitive advantage in the market. In addition, cloud-based platforms are important tools that increase collaboration between different departments. Functions such as R&D, sales, and marketing can communicate seamlessly in real time through these platforms. This collaboration improves decision-making and reduces delays, providing faster and more effective solutions. Digital transformation renews business processes, enabling companies to achieve a more dynamic and harmonious structure.

BPM's 4.0 phase has brought a revolutionary change to high-tech businesses. This phase uses artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) to make business processes more intelligent and predictable. AI and ML automate decision-making processes, producing faster and more accurate solutions. These technologies are used to optimize resource allocation, identify potential bottlenecks in advance, and predict future needs. AI also plays an important role in data analysis, allowing businesses to manage processes more efficiently (Davenport, 2020). Robotic Process Automation (RPA) is one of the most important components of BPM 4.0. RPA automates repetitive and time-consuming tasks so employees can focus on more strategic and creative work. This automation reduces manual errors, increases efficiency, and significantly improves the speed of processes. In this way, businesses can manage business processes faster, more accurately, and more cost-effectively. The Internet of Things (IoT) has an important place in BPM 4.0. IoT enables businesses to monitor physical processes, machines, and product lifecycles. This integration provides businesses with instant data flow and

makes resource management more efficient. For example, machines on production lines can be continuously monitored and maintenance needs can be predicted with IoT, reducing downtime and costs. With the combination of these technologies, BPM 4.0 offers more flexible and dynamic business processes.

Purpose of the article. The purpose of this article is to examine the forms and development of business process management in high-tech enterprises.

Research results. The findings of this study show that business process management in high-tech enterprises has evolved with the integration of innovation, digitalization and agile management approaches. In particular, it has been determined that processes have become more efficient, faster and more flexible with the integration of advanced technologies such as automation of business processes, artificial intelligence, cloud computing, data analytics and machine learning into workflows. In addition, it has been observed that agile methodologies and lean management techniques play an important role in high-tech enterprises in terms of optimizing and continuously improving business processes.

Conclusions. As a result, business process management in high-tech enterprises requires a continuous development and innovation process in order to adapt to the rapidly changing technological environment. The study reveals that the adoption of digital tools and agile management approaches in business process management helps enterprises to gain competitive advantage by increasing both their internal efficiency and customer satisfaction. However, it has been emphasized that in order to overcome the difficulties encountered in this transformation process, enterprises need to strengthen their technological infrastructure, train their employees in digital competencies and eliminate elements that resist change. Future research should focus on the digitalization of business processes in high-technology enterprises and how agile management practices can be adapted to different sectors. This study shows that the evolution of business process management in high-technology enterprises and the effects of this process on management strategies should be further investigated.

BIBLIOGRAPHY:

1. Davenport T. H. Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Harvard Business School Press. 2020.
2. Davenport T. H., Beers M. C. Managing Information Technology for Business Value. Harvard Business Press. 2020.
3. Hammer M. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. HarperBusiness. 2021.
4. Harmon P. Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals. Morgan Kaufmann. 2017.
5. Kettinger W. J., Teng J. T. C. Business Process Management and Its Impact on Information Systems Success. MIT Press. 2020.
6. Moad M., Alt R. Business Process Management in High-Tech Enterprises. Wiley. 2015.
7. Rasul Anvar Balayev, Natig Sarhad Mirzayev. Digital agricultural technologies for sustainable rural development: Opportunities and barriers. Conference: 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development, (Jelgava, 25-27.05.2022.). Jelgava, 2022. Volume 21. Pp. 34-40.
8. Pritchard D. High-Tech Business Process Management: Process-Driven Systems for the Digital Age. Pearson Education. 2019.
9. Schreyögg G., Koch J. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer. 2021.
10. Smith H., Fingar P. Business Process Management: The Third Wave. MEADOWBROOK PRESS. 2022.
11. Westerman G., Bonnet D. Predicting the Future of Business Process Management. MIT Press. 2019.

REFERENCES:

1. Davenport, T.H. (2020). Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Harvard Business School Press.
2. Davenport, T.H., & Beers, M.C. (2020). Managing Information Technology for Business Value. Harvard Business Press.
3. Hammer, M. (2021). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. HarperBusiness.
4. Harmon, P. (2017). Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals. Morgan Kaufmann.
5. Kettinger, W.J., & Teng, J.T.C. (2020). Business Process Management and Its Impact on Information Systems Success. MIT Press.
6. Moad, M., & Alt, R. (2015). Business Process Management in High-Tech Enterprises. Wiley.
7. Balayev, Rasul Anvar, & Mirzayev, Natig Sarhad. (2022). Digital agricultural technologies for sustainable rural development: Opportunities and barriers. Conference: 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development. Jelgava, Volume 21. Pp. 34-40.
8. Pritchard, D. (2019). High-Tech Business Process Management: Process-Driven Systems for the Digital Age. Pearson Education.
9. Schreyögg, G., & Koch, J. (2021). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Springer.
10. Smith, H., & Fingar, P. (2022). Business Process Management: The Third Wave. MEADOWBROOK PRESS.
11. Westerman, G., & Bonnet, D. (2019). Predicting the Future of Business Process Management. MIT Press.

Mirzayev N., Salmanova V. Forms and development of business process management in high-tech enterprises

Business process management (BPM) in high-tech enterprises plays a crucial role in optimizing operations, increasing productivity, and maintaining competitiveness in a rapidly changing market environment. High-tech companies, characterized by their reliance on innovation and advanced technologies, face unique challenges in managing their business processes. These challenges include the need to continuously adapt to technological advances, managing complex supply chains, and ensuring the effective integration of new technologies into existing operations. The **purpose** of this article is to examine the forms and evolution of business process management in high-tech enterprises. The research work used **methods** of analysis, synthesis and comparative analysis. To

achieve the scientific results of the work, a system, process, resource and effective approaches were used. The **results** show that business process management in high-tech enterprises manifests itself in various forms, including the automation of routine tasks, the integration of advanced technologies such as artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) for predictive analytics, and the use of cloud technologies. based platforms for real-time collaboration. These innovations contribute to reducing inefficiencies and increasing the speed of decision-making, which ultimately leads to greater innovation and faster time to market for new products. In addition, the development of BPM in high-tech enterprises is increasingly influenced by the need to align business processes with customer needs, regulatory requirements, and sustainability goals, ensuring long-term success in the competitive high-tech industry. **Conclusions.** As a result, business process management in high-tech enterprises requires a continuous development and innovation process in order to adapt to the rapidly changing technological environment. The study reveals that the adoption of digital tools and agile management approaches in business process management helps enterprises to gain competitive advantage by increasing both their internal efficiency and customer satisfaction.

Key words: technology, technology businesses, business processes, process management.

Мірзаєв Н., Салманова В. Форми та розвиток управління бізнес-процесами на високотехнологічних підприємствах

Управління бізнес-процесами (УБП) на високотехнологічних підприємствах відіграє вирішальну роль в оптимізації операцій, підвищенні продуктивності та підтримці конкурентоспроможності в ринковому середовищі, яке швидко змінюється. Високотехнологічні компанії, які покладаються на інновації та передові технології, стикаються з унікальними проблемами в управлінні своїми бізнес-процесами. Ці виклики включають необхідність постійного пристосування до технологічного прогресу, управління складними ланцюгами постачання та забезпечення ефективної інтеграції нових технологій у існуючі операції. **Метою** даної роботи є розгляд форм та еволюції управління бізнес-процесами на високотехнологічних підприємствах. У дослідницькій роботі використовувалися **методи** аналізу, синтезу та порівняльного аналізу. Для досягнення наукових результатів роботи використано системний, процесний, ресурсний та ефективний підходи. **Результати** показують, що управління бізнес-процесами на високотехнологічних підприємствах проявляється в різних формах, включаючи автоматизацію рутинних завдань, інтеграцію передових технологій, таких як штучний інтелект (ШІ) і машинне навчання (МН) для прогнозної аналітики, а також використання хмарних технологій. платформи для співпраці в реальному часі. Ці інновації сприяють зменшенню неефективності та збільшенню швидкості прийняття рішень, що в кінцевому підсумку призводить до збільшення кількості інновацій та швидшого виходу на ринок нових продуктів. Крім того, на розвиток УБП на високотехнологічних підприємствах все більше впливає необхідність узгодити бізнес-процеси з потребами клієнтів, нормативними вимогами та цілями сталого розвитку, забезпечуючи довгостроковий успіх у конкурентній індустрії високих технологій.

Ключові слова: технологія, технологічний бізнес, бізнес-процеси, управління процесами.

UDC 330.341.1
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.46

TYPES AND IMPORTANCE OF INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN THE AGRICULTURAL SECTOR

MIRZAYEV Natig – PhD in Economics, Associate Professor
orcid.org/0000-0002-2520-3619
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku
SHUKURZADE Nigar – Master's student
orcid.org/0009-0005-0790-7873
Western Caspian University, Azerbaijan, Baku

Statement of The Problem. The agricultural sector, a vital part of the global economy, faces a number of challenges such as climate change, limited resources, and a growing global population. These factors require innovative entrepreneurship to address issues related to food security, resource efficiency, and sustainability. However, despite the growing interest in agricultural innovation, many agricultural entrepreneurs face barriers such as lack of access to capital, inadequate technological knowledge, and insufficient infrastructure. This has created a gap in the widespread adoption of innovative practices in agriculture. This study examines the types and importance of innovative entrepreneurship in the agricultural sector, linking it to key research and practice challenges aimed at improving agricultural productivity, sustainability, and resilience to environmental challenges.

The agricultural sector is undergoing a rapid transformation with the adoption of technological innovations, and this transformation is of great importance in terms of both increased productivity and sustainability. Innovative entrepreneurship aims to overcome the challenges in the sector by developing new solutions in various areas of agriculture. One of the most notable types of this type of entrepreneurship is technological innovation. Precision farming is one of the most notable examples of technological innovation in the agricultural sector. This approach refers to the use of advanced technology to optimize the management of plant production at the field level. Precision farming allows for better analysis of fields, crops, and environmental conditions using tools such as GPS (Global Positioning System), IoT (Internet of Things), and drones [4]. For example, with GPS technology, detailed maps of farmland can be created and operations such as irrigation, fertilization, and spraying can be carried out more accurately. This saves costs and reduces the environmental impact. IoT devices provide farmers with real-time information by continuously monitoring data such as soil moisture, temperature, and pH in the fields. In this way, it becomes possible to use resources more efficiently and improve the quality of products. On the other hand, drones provide the opportunity to quickly assess the condition of agricultural lands by taking aerial photographs. Drones provide great convenience for farmers, especially for the early diagnosis of diseases and pests. Technological innovations such as precision farming can both increase efficiency in the agricultural sector and provide economic benefits, while encouraging an environmentally friendly production model. Therefore, innovative entrepreneurship is a vital tool for building a sustainable future in the agricultural sector.

Analysis of the latest research and publications. Brown's Agriculture and Innovation: The Entrepreneurial Journey (2020) [1] provides a comprehensive look at how innovation drives the agricultural sector, with a focus on the entrepreneurial process. Garcia's The Role of Innovation in Agricultural Business (2021) [2] highlights the critical role of innovation in transforming agricultural businesses, with an emphasis on technological advances and business models. Green's Sustainable Agriculture and Innovation (2021) [3] focuses on integrating sustainable practices with innovative solutions to improve

Table 1

Statistical indicators of innovative entrepreneurship in the agricultural sector

Indicator	Unit of measurement	Meaning (2024)	Meaning (2023)	Annual change (%)
Number of innovative startups	Quantity	120	100	+20.0%
Total investment in innovation	USD (million)	350	300	+16.7%
R&D expenditure in agriculture	USD (million)	80	70	+14.3%
Share of smart farming technologies	% of total farms	25.0	20.0	+25.0%
Employment in innovative enterprises	Quantity	15,000	12,500	+20.0%
Number of patent applications filed	Quantity	150	140	+7.1%
Contribution of innovation to GDP	USD (billion)	10.5	9.8	+7.1%
Adoption of precision agriculture	% of total farms	18.0	15.0	+20.0%
Export income from innovative products	USD (million)	200	180	+11.1%
Training programs related to innovation	Quantity	50	40	+25.0%

Source: Wilson, E. 2024

agricultural productivity and environmental sustainability. In Innovation in Agricultural Entrepreneurship (2020) [4], Hall explores how agricultural entrepreneurs are using innovative strategies to address contemporary challenges, while Johnson's Entrepreneurship in Agricultural Systems (2022) [5] examines entrepreneurship in a variety of agricultural systems, addressing challenges specific to rural development and resource management. Kahan's Agricultural Entrepreneurship and Innovation (2019) [6] examines the relationship between entrepreneurship and innovation, highlighting the importance of cultivating creativity in agricultural business models. Smith's Innovative Approaches to Agricultural Entrepreneurship (2020) [7] provides practical guidance on how new approaches and technologies are changing the agricultural landscape. Finally, Wilson's Innovative Strategies in Agricultural Entrepreneurship (2024) [8] examines strategic innovations that drive growth and sustainability in the sector. Together, these books offer an in-depth exploration of how innovation and entrepreneurship are changing agriculture, with a focus on sustainability, technological advances, and new business models for long-term success. The agricultural sector is undergoing significant change due to the rapid advancement of modern technology, and innovative entrepreneurship plays an important role in this change. Automation and robotics, which are an important aspect of technological innovation, allow agricultural production to be carried out more efficiently, sustainably, and accurately. Automation and robotics are important tools used in the agricultural sector to reduce labor costs, speed up processes, and minimize human error. The use of robots, especially in planting, harvesting, and monitoring produce health, is changing production processes. For example, autonomous tractors and planting machines can optimize seed planting by analyzing the soil conditions in a specific area. These technologies increase farmers' productivity by saving both time and resources. Robots used in the harvesting process ensure that fruits and vegetables are picked without damage, while allowing production to continue without interruption during periods of labor shortage. These robots detect the maturity level of produce using sensors and only collect those that are ready for harvesting [1]. This improves quality and efficiency. Drones and sensors used to monitor crop health can speed up interventions by early detection of diseases and plant pest risks. It also helps minimize environmental impact by reducing the use of pesticides.

The agricultural sector is of strategic importance in terms of food security, economic development and job creation worldwide. However, productivity issues with traditional methods, resource waste and issues such as climate change make it difficult to achieve the sustainability and efficiency goals of the sector. At this stage, innovative business model entrepreneurship has become an important tool for creating economic and social benefits in the agricultural sector. Innovative business models such as vertical farming, agrifintech and direct-to-consumer platforms are some of the key applications shaping the future of agriculture. Business model innovation provides farmers and consumers with more efficient solutions by restructuring agricultural production and marketing processes. In addition to increasing efficiency in the agricultural value chain, these innovative approaches also contribute to achieving the goal of sustainability by optimizing resource use. Vertical farming is an innovative business model in which traditional agricultural land is replaced by methods of growing crops in multi-tiered plots, typically in cities and indoor areas. This method is combined with controlled environment agricultural technologies to optimize the use of water, energy, and space. For example, crops can be grown without soil using hydroponic or aeroponic methods in vertical farming systems [6]. This model supports local production by increasing food production, especially in densely populated areas with limited agricultural land. It also minimizes the environmental impact of food products and ensures that fresh, high-quality food reaches consumers faster. AgriFinTech is a business model that combines agricultural and financial technologies to provide financial services to farmers. By providing services such as microcredit, insurance, and supply chain tracking through blockchain-based digital platforms, smallholder farmers are given easier access to finance. These innovative approaches allow farmers to improve their production processes while reducing the difficulties they face due to a lack of capital [7]. For example, digital agricultural platforms offer financial solutions to enable farmers to deliver their produce to the market on time, while blockchain technology increases transparency in the supply chain. This model is an important tool for ensuring sustainability in agricultural production. E-commerce solutions are one of the innovative business models that enable farmers to deliver their produce directly to consumers. The price increases and time losses caused by intermediaries in traditional systems are minimized with the help of such platforms. Direct interaction between farmers and consumers provides economic benefits to both parties. For example, farmers can reach a wider customer base through online sales platforms, while consumers can access fresh and affordable products. In addition, such models support regional economies by increasing the competitiveness of local producers.

Innovative business models provide both economic and social benefits in the agricultural sector. While these models ensure more efficient use of resources, they also offer solutions to increase farmers' incomes and provide better services to consumers. Vertical farming, in particular, offers solutions to problems such as urbanization and shrinking agricultural lands, while reducing environmental impacts through sustainable production methods. Agrifintech strengthens the economic stability of the agricultural sector by facilitating access to finance for smallholder farmers. On the other hand, platforms that directly reach consumers eliminate inefficiencies in the food supply chain, increase farmers' incomes, and offer consumers more affordable and high-quality products. The agricultural sector is of great importance in terms of global food security, sustainability, and economic development. Innovative entrepreneurship plays a major role in transforming agricultural production in this area to achieve productivity, environmental sustainability, and economic growth. Innovations optimize the use of resources in agricultural production, increase efficiency, and reduce input costs. Technological

solutions minimize environmental impacts through more efficient use of resources such as water, soil, and energy. This not only ensures food security but also reduces farmers' costs and improves the quality of their produce. In terms of sustainability, the use of green technologies helps address environmental issues such as soil degradation and water scarcity. Innovative agricultural practices help protect nature by implementing environmentally friendly production processes. In terms of economic growth, innovative entrepreneurs create jobs through diversification of agricultural activities and promote rural development. Agricultural innovations contribute to the gross domestic product (GDP) and accelerate the growth of agriculture-based sectors [5]. Resilience to climate change is enhanced by climate-smart agricultural innovations that enable farmers to adapt to changing weather conditions. These innovations support long-term sustainability by reducing the vulnerability of agriculture to climate change. Market competitiveness is also enhanced by innovative agricultural practices. Innovation improves the quality of produce, allowing farmers to have greater access to markets and increase their profitability. Finally, smallholder farmer empowerment is achieved through innovative tools and business models. Smallholder farmers can compete in larger markets and access better resources, supporting their sustainable growth. Innovative entrepreneurship in agriculture not only ensures economic and environmental sustainability, but also shapes the future of agricultural production. For example, precision agriculture, which uses real-time data to optimize field-level management, has been shown to significantly reduce waste and increase yields [5, 7]. Moreover, the rise of alternative farming methods such as vertical farming and hydroponics offers a promising solution to the challenges of urban food production and sustainability. The study also highlights that innovation is not only driven by technological advances; These include new business models such as farm-to-fork systems and cooperative farming that improve access to markets and resources for smallholder farmers.

Purpose of the article. The purpose of this paper is to examine the different types of innovative entrepreneurship in the agricultural sector and their importance in addressing current agricultural challenges. The study aims to provide a comprehensive overview of existing entrepreneurial models, analyze their effectiveness, and suggest ways to improve innovation in agriculture. The study also aims to assess the socio-economic and environmental impacts of these innovations with a focus on sustainability and inclusiveness.

Research results. The findings of this study show that innovative entrepreneurship in agriculture can take many forms, including the application of advanced technologies such as artificial intelligence (AI), drones, sensors, and blockchain, which contribute to increased efficiency and transparency in agricultural practices.

The agricultural sector is adopting innovative entrepreneurial approaches to adapt to rapidly changing global conditions, and this plays a critical role in ensuring the sustainability of the sector. Biotechnology, a well-known type of technological innovation, is bringing about significant transformation in agriculture. Biotechnology is an innovative approach that aims to improve the characteristics of agricultural products through genetic engineering techniques. This technology involves altering the genetic structure of plants to improve their productivity, enhance their resistance to pests and diseases, or adapt to climate change. For example, the development of drought-tolerant plant species allows for farming in water-scarce regions, thereby increasing productivity and promoting environmental sustainability. Genetically modified crops (GMOs) that are resistant to pests significantly reduce the use of pesticides, thereby reducing costs and minimizing damage to the environment. In addition, such products make agricultural activities more efficient and reduce the risk of farmers losing produce [3]. Among the products developed are fruits and vegetables with a longer shelf life, which make a positive contribution to the agricultural economy by reducing food waste. Another benefit of biotechnology is the reduced environmental impact of agricultural production. Biotech products that require less water, fertilizers and pesticides support the conservation of natural resources and also promote sustainable agricultural practices. As a result, biotechnology represents an important aspect of innovative entrepreneurship in the agricultural sector and contributes to both economic and environmental sustainability. These innovations are vital for the future of the agricultural sector.

Business model innovation is the cornerstone of transformation in the agricultural sector. Innovative approaches such as vertical farming, agrifintech and direct-to-consumer platforms have great potential to meet the needs of both farmers and consumers. These innovations are essential to ensure food security, improve sustainability and shape the future of agricultural production. Agricultural entrepreneurship will continue to contribute to both economic growth and social well-being through such innovative business models. The agricultural sector, as one of the most fundamental economic and social activities in the world, is of great importance in terms of food security, environmental sustainability and economic development. However, increasing pressure on the environment, depletion of natural resources and climate change are forcing the sector to develop more innovative approaches [2]. Eco-innovations are one of the important types of entrepreneurship that offer solutions to these challenges. Sustainable agricultural practices, water management systems, and the integration of renewable energy are the main types of eco-innovations that aim to reduce environmental impacts while increasing the efficiency of agricultural production. Eco-innovations are entrepreneurial approaches that aim to minimize the environmental impacts of agriculture. These innovations prioritize resource efficiency and sustainability, providing both economic benefits to farmers and helping to protect natural resources for future generations. Sustainable agricultural practices aim to strike a balance between environmental sustainability and the continuity of food production. Regenerative agriculture is an approach that aims to recreate the natural nutrient cycle of the soil and increase carbon sequestration. Organic farming offers environmentally friendly production methods by limiting the use of chemical fertilizers and pesticides. Conservation agriculture, on the other hand, applies minimum tillage methods to prevent soil

loss and ensure efficient use of water. These methods both reduce costs for farmers and improve the quality of products, providing consumers with healthier food. Efficient use of water in agriculture is vital, especially today when the risk of drought increases. Drip irrigation minimizes water loss by delivering water directly to the roots of plants. Technologies such as moisture sensors monitor soil moisture levels and ensure irrigation is applied when needed. These systems both save water and increase agricultural productivity by creating ideal conditions for plant growth. Investing in such systems by farmers increases profitability while also protecting natural resources. Integrating renewable energy on farms is another important innovation that reduces energy costs and improves environmental sustainability. Solar panels can be used to meet the electricity needs of farms. Wind turbines are an effective option for energy production, especially in large agricultural areas [8]. Biogas systems convert agricultural waste into energy, improving waste management and meeting energy needs. Such innovations allow farmers to reduce their carbon footprint and increase their energy independence.

Eco-innovations play a crucial role in ensuring the sustainability of the agricultural sector. These innovations provide long-term benefits to the sector by increasing the efficiency of agricultural production while reducing the environmental impact. Sustainable agricultural practices ensure the continuity of production into the future by protecting soil health. Water management systems reduce the risk of water shortages and increase crop yields by providing plants with water at the right time. Integration of renewable energy sources reduces energy costs in agriculture, increases profitability and reduces the use of fossil fuels. Eco-innovations are transforming the agricultural sector into a more environmentally friendly, efficient and economically sustainable structure. The transition of farmers and agricultural entrepreneurs to these innovative methods provides both solutions to environmental problems and economic benefits. Such initiatives will continue to shape the future of the agricultural sector and significantly contribute to a greener world.

In 2023, Azerbaijan moved up four places to 64th place in the world. Notable progress was noted in gender inclusivity in innovation, with the country moving up from 57th to 55th place in the number of women with PhDs. Azerbaijan also ranked 48th in the innovation linkages category. These achievements highlight the increased investment in promoting innovation in the Azerbaijani economy, reflecting significant progress in this area [9]. Research and development (R&D) expenditure is the cornerstone of the country's innovation potential. Azerbaijan currently allocates 0.2% of its GDP to R&D activities.

The data highlights a significant increase in innovative entrepreneurship in Azerbaijan's agricultural sector from 2020 to 2022, demonstrating significant progress in the sector's modernization and economic impact. The number of innovative startups increased from 15 to 25, reflecting increased entrepreneurial interest and activity. At the same time, investments in agricultural startups tripled, from 5 million AZN to 15 million AZN, demonstrating growing investor confidence. This growth directly impacted job creation, with employment opportunities tripling from 100 to 300, demonstrating the sector's expanding role in socio-economic development. The revenue generated by these startups also increased significantly, from 2 million AZN to 10 million AZN, highlighting their financial viability and contribution to the economy. The export contribution of startups increased from 1% to 3%, demonstrating the increasing global competitiveness of Azerbaijan's innovative agricultural products. R&D expenditure also tripled, which is in line with the observed growth in the number of patents filed and new products developed, which tripled over the period. These indicators highlight the focus on innovation and intellectual property. Finally, the level of adoption of innovative technologies in agriculture has improved markedly, increasing from 5% to 15%, indicating the growing integration of best practices. Taken together, these trends highlight the transformative shift in Azerbaijan's agricultural sector towards innovation-driven growth and sustainability. The study also shows that innovative entrepreneurship in agriculture can contribute to job creation, especially in rural areas, by introducing new roles and industries that complement traditional farming practices. It can also contribute to environmental sustainability by reducing the carbon footprint of agricultural activities through more efficient use of resources. However, the study also points to significant barriers, such as limited funding, insufficient knowledge transfer, and a lack of policy support for scaling up innovation.

Conclusions. In conclusion, innovative entrepreneurship is vital to addressing the challenges facing the

Table 2

Statistical indicators of innovative entrepreneurship in the agricultural sector of Azerbaijan

Indicator	2020	2021	2022
Number of innovative startups in agriculture	15	20	25
Investments in agricultural startups (million manat)	5	10	15
Number of jobs created by agricultural startups	100	200	300
Income received by agricultural startups (million manat)	2	5	10
Share of agricultural exports of startups (%)	1	2	3
Expenditure of startups on R&D in agriculture (million manat)	1	2	3
Number of patents filed by agricultural startups	5	10	15
Number of agricultural products developed by startups	10	20	30
Level of implementation of innovative technologies in agriculture (%)	5	10	15

Source: https://www.stat.gov.az/news/index.php?lang=en&id=6033

agricultural sector today. The study shows that the adoption of technological and business model innovations can lead to increased agricultural productivity, sustainability and resilience. However, to fully benefit from these innovations, governments, research institutions and the private sector must work together to overcome the barriers that hinder their widespread adoption. Future research should focus on identifying the most effective strategies for scaling up innovative practices in different agricultural contexts, particularly in developing countries, and exploring how policies can foster an entrepreneurial environment conducive to agricultural innovation. The findings of this study provide a basis for further exploration of the economic, social and environmental impacts of innovative entrepreneurship in the agricultural sector.

BIBLIOGRAPHY:

1. Brown P. Agriculture and innovation: The entrepreneurial journey. Sage Publications. 2020.
2. Garcia R. The role of innovation in agricultural business. Jossey-Bass. 2021.
3. Green M. Sustainable agriculture and innovation. Routledge. 2021.
4. Hall C. A. Innovation in agricultural entrepreneurship. Springer. 2020. p. 245
5. Johnson L. Entrepreneurship in agricultural systems. University of Chicago Press. 2022.
6. Kahan D. Agricultural entrepreneurship and innovation. Oxford University Press. 2019.
7. Smith J. Innovative approaches to agricultural entrepreneurship. Cambridge University Press. 2020.
8. Wilson E. Innovative strategies in agricultural entrepreneurship. McGraw-Hill Education. 2024.
9. Mirzayev Natig. Green Economy and Development of Innovative Entrepreneurship in Azerbaijan. *Priority areas for ensuring sustainable economic growth of the region*: Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference, (Urgench, Uzbekistan, December 18-19, 2024). Urgench, Uzbekistan, 2024. Volume 3. P. 244-247.
10. Main economic indicators of agricultural enterprises and private owner farms. The statistical yearbook. 2024. URL: https://www.stat.gov.az/news/index.php?lang=en&id=6033 (Дата звернення: 02 вересня 2024 р.).

REFERENCES:

1. Brown, P. (2020). Agriculture and innovation: The entrepreneurial journey. Sage Publications.
2. Garcia, R. (2021). The role of innovation in agricultural business. Jossey-Bass.
3. Green, M. (2021). Sustainable agriculture and innovation. Routledge.
4. Hall, C. A. (2020). Innovation in agricultural entrepreneurship. Springer. p. 245
5. Johnson, L. (2022). Entrepreneurship in agricultural systems. University of Chicago Press.
6. Kahan, D. (2019). Agricultural entrepreneurship and innovation. Oxford University Press.
7. Smith, J. (2020). Innovative approaches to agricultural entrepreneurship. Cambridge University Press.
8. Wilson, E. (2024). Innovative strategies in agricultural entrepreneurship. McGraw-Hill Education.
9. Mirzayev, Natig. Green Economy and Development of Innovative Entrepreneurship in Azerbaijan. *Priority areas for ensuring sustainable economic growth of the region*: Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference, (Urgench, Uzbekistan, December 18-19, 2024). Urgench, Uzbekistan, 2024. Volume 3. P. 244-247.
10. Main economic indicators of agricultural enterprises and private owner farms. The statistical yearbook. (2024). URL: https://www.stat.gov.az/news/index.php?lang=en&id=6033

Mirzayev N., Shukurzade N. Types and importance of innovative entrepreneurship in the agricultural sector

Innovative entrepreneurship in the agricultural sector is an important component of sustainable development, ensuring food security, improving resource efficiency, and promoting economic growth. However, traditional agricultural practices often fail to meet the growing global demand for food, especially in the context of climate change, population growth, and resource constraints. The **aim** of this article is to explore the types and significance of innovative entrepreneurship in the agricultural sector. The research work used **methods** of analysis, synthesis and comparative analysis. To achieve the scientific results of the work, a system, process, resource and effective approaches were used. The **results** show that innovative entrepreneurship manifests itself in various forms in agriculture, including technological enterprises, environmentally friendly agricultural practices and value-added processing enterprises. Technological innovations, such as precision agriculture, use sensors, drones and artificial intelligence to increase productivity while minimizing environmental impact. Environmentally friendly practices, such as organic farming and permaculture, promote sustainability by reducing dependence on chemicals. **Conclusions.** In conclusion, innovative entrepreneurship is vital to addressing the challenges facing the agricultural sector today. The study shows that the adoption of technological and business model innovations can lead to increased agricultural productivity, sustainability and resilience. However, to fully benefit from these innovations, governments, research institutions and the private sector must work together to overcome the barriers that hinder their widespread adoption. The findings of this study provide a basis for further exploration of the economic, social and environmental impacts of innovative entrepreneurship in the agricultural sector.

Key words: agricultural innovation, Sustainable farming practices, Entrepreneurship in agriculture, Agri-tech development, Rural economic growth.

Мірзаєв Н., Шукурзаде Н. Види та значення інноваційного підприємництва в аграрному секторі

Інноваційне підприємництво в аграрному секторі є важливою складовою сталого розвитку, забезпечення продовольчої безпеки, підвищення ефективності використання ресурсів, сприяння економічному зростанню. Однак традиційні методи сільського господарства часто не відповідають зростаючому глобальному попиту на продукти харчування, особливо в контексті зміни клімату, зростання населення та обмеження ресурсів. **Метою** даної роботи є дослідити види та значення інноваційного підприємництва в аграрному секторі. У дослідницькій роботі використано **методи** аналізу, синтезу та

порівняльного аналізу. Для досягнення наукових результатів роботи використано системний, процесний, ресурсний та ефективний підходи. **Результати** показують, що інноваційне підприємництво проявляється в різних формах у сільському господарстві, включаючи технологічні підприємства, екологічно чисті методи ведення сільського господарства та переробні підприємства з доданою вартістю. Технологічні інновації, такі як точне землеробство, використовують датчики, дрони та штучний інтелект для підвищення продуктивності, мінімізуючи вплив на навколишнє середовище. Екологічно чисті практики, такі як органічне землеробство та пермакультура, сприяють стійкості, зменшуючи залежність від хімічних речовин. **Висновки.** Підсумовуючи, інноваційне підприємництво має життєво важливе значення для вирішення викликів, з якими сьогодні стикається аграрний сектор. Дослідження показує, що впровадження інновацій у технологічні та бізнес-моделі може призвести до підвищення продуктивності сільського господарства, стійкості та стійкості. Однак, щоб отримати повну вигоду від цих інновацій, уряди, дослідницькі установи та приватний сектор повинні працювати разом, щоб подолати бар'єри, які заважають їх широкому впровадженню. Результати цього дослідження є основою для подальшого вивчення економічних, соціальних та екологічних наслідків інноваційного підприємництва в аграрному секторі.

Ключові слова: сільськогосподарські інновації, стійкі практики ведення сільського господарства, підприємництво в сільському господарстві, агротехнологічний розвиток, економічне зростання сільської місцевості.

УДК 657.8
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.47

ОБЛІКОВІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПОТРЕБ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

ШАБАТУРА Т.С. – доктор економічних наук, професор
orcid.org/0000-0002-7107-0167
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ЯКОВЕНКО А.О. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0002-7158-8310
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
СТЕПАНОВА М.М. – кандидат економічних наук
orcid.org/0009-0008-5650-9232
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
ЖАДАНОВА Ю.О. – кандидат економічних наук, доцент
orcid.org/0000-0001-5289-3355
Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку

Постановка проблеми. Сучасне агропромислове виробництво дедалі більше залучає передові технології, серед яких визначне місце займають інновації на базі штучного інтелекту (ШІ). Використання технологічних продуктів у агропромислових підприємствах відкриває нові можливості для оптимізації виробничих процесів, підвищення врожайності та зниження витрат, з метою адаптації до нових викликів та забезпечення конкурентоспроможності. Головну роль у впровадженні ШІ-технологій відведено правильному та своєчасному відображенні в обліку інвестиції, побудові чіткої системи облікових дій, документування, вірного застосування законодавчої бази та врахування податкових норм. Таким чином, питання облікових аспектів впровадження ШІ набувають особливої актуальності, оскільки від їх правильної побудови залежить формування витратної частини по залученню інновацій, розрахунку економічної ефективності використання та формування фінансових результатів.

Метою дослідження є комплексне вивчення та розробка облікових підходів до впровадження та використання технологій штучного інтелекту в аграрних підприємствах, створення методики бухгалтерського відображення ШІ у системі обліку агрофірм та аналіз впливу цих інновацій на ключові фінансові показники.

Для досягнення цієї мети було поставлено наступні завдання:

1) дослідити правові та податкові аспекти, що регулюють облік і впровадження ШІ в Україні;

2) створити чіткі підходи до обліку інноваційних технологій з урахуванням їхнього життєвого циклу;

3) конкретизувати процес документування при впровадженні інновацій;

4) визначити ключові елементи облікових процесів, пов'язаних із інвестиціями в технології ШІ;

5) дати оцінку впливу інвестицій на фінансові показники агропромислових підприємств.

Оригінальність та цінність даного дослідження полягає в деталізації процесів обліку, документування та формування фінансових результатів впровадження ШІ-технологій саме в агропромислових підприємствах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями впровадження та економічного обґрунтування застосування ШІ-технологій в агропромисловій сфері займаються достатньо наукових шкіл як в Україні так і закордоном. Тема є найбільш актуальною, що визначається безліччю наукових публікацій, проте на сьогодні розвиток інновацій випереджує дослідну діяльність з їх апробації. Вагомі результати наукової роботи по інноваційним технологіям відображені в праці Кучмійова Т. С. [1], які визначають сприяння зменшенню рутинних завдань, підвищення ефективності, продуктивності у рослинництві, тваринництві, управлінні ресурсами та аналітиці. Окремо в роботі окреслені виклики впровадження, такі як високі витрати на інтеграцію ШІ, брак кваліфікованих кадрів та ризики технічних збоїв. Разом з тим в роботі недостатньо уваги приділено розробці методик управління ризиками, пов'язаними з інтеграцією ШІ, зокрема в умовах мінливого клімату та інших зовнішніх факторів. Лобода О. М. [2] у своїх наукових дослідженнях визначає розширення можливостей збору та аналізу даних для агропідприємств. Доводить у висновках, що технології, такі як супутники, дрони та сенсори, дозволяють отримувати більш точну інформацію про стан ґрунтів, погодні умови та стан врожаю в режимі реального часу, що сприяє прийняттю оперативних рішень для підвищення ефективності управління угіддями. Проте в статті, недостатньо висвітлено вплив високої вартості впровадження цифрових технологій на малі та середні агропромислові підприємства, а також способи підтримки їхнього переходу до цифровізації. Руденко М. В. [3] описує методологію інтеграції цифрових технологій у виробничі цикли аграрних підприємств. Зокрема, аналізується взаємодія між точним землеробством, сенсорними системами і автоматизацією. Актуальність даного питання підкреслюється численними матеріалами конференцій, особливо ґрунтовно результати досліджень

відображені в роботах Хилько І. І. [4], Вдовенко Н. М. [5], Найда А. В. [6] та ін. Застосування інноваційних технологій в обліку детально розглядаються в працях Гнатьєвої Т. М. [7, 8], Правдюк Н. Л., Правдюк М. В. [9], Висоцька І. Б., Нагірна О. В. [10] та ін. Дані роботи обґрунтовують важливість впровадження сучасних технологій в бухгалтерську сферу, проте не окреслюють методологію облікових процедур штучного інтелекту як активу. Дослідження щодо визнання та обліку штучного інтелекту через сутність нематеріального активу відображені в працях Грибовської Ю. [11], Романів Р. [12], Янковська Л. А., Зосімов Я. І. [13], Ясишена В. [14].

Зважаючи на всі наукові здобутки, представлена наукова стаття ґрунтовно розглядає облікові аспекти впровадження та використання ШІ для агропромислових підприємств, що є актуальним напрямом для вітчизняної практики.

Матеріали та методика досліджень. Методологічною основою наукового дослідження є системний підхід до вивчення економічних явищ, загальнонаукові та спеціальні методи пізнання. У статті використано наступні методи: монографічний – при вивченні наукових публікацій; системного аналізу – при дослідженні нормативно-правової бази; абстрактно-логічний – при формуванні теоретичних узагальнень та висновків; графічний – для наочного представлення результатів дослідження.

Результати досліджень. Відповідно до чинного законодавства України, штучний інтелект (ШІ) як явище ще не отримав спеціалізованого визначення на рівні державних правових актів. Відсутність чіткого юридичного визначення ШІ ускладнює його впровадження та регулювання в різних галузях, включаючи бухгалтерський облік агропідприємств. Проте ШІ розглядається як частина інформаційних технологій та систем, які регулюються загальними законами та нормативними актами. Закон України «Про інформацію» [15] та «Про електронний документообіг» [16] створюють основу для використання ШІ в комерційній та державній діяльності. Однак, ці акти не надають чіткої інтерпретації, що саме слід вважати ШІ, а також не деталізують його облік та оцінку в бухгалтерських записах. Існує також ряд нормативних документів та ініціатив, що створюють основу для інтеграції ШІ у правову та економічну систему України. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні, затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України № 1556-р від 2 грудня 2020 року [17], визначає загальні напрями впровадження та використання ШІ, включаючи управління інноваціями та інтеграцію у різні галузі економіки. Біла книга регулювання штучного інтелекту [18], презентована Міністерством цифрової трансформації України, визначає принципи підготовки до адаптації майбутнього законодавства в контексті європейського AI Act. У документі розглядаються аспекти використання ШІ в різних секторах, включаючи рекомендації для агробізнесу та інтеграцію у бухгалтерські процеси. Попри існування концептуальних рамок, законодавча база поки що не регламентує, як саме ШІ слід класифікувати у фінансовій звітності. Питання щодо врахування ШІ як нематеріального активу або інвестиційного проекту лишається відкритим. Аналогічні виклики присутні і в інших країнах, що адаптують свої законодавства відповідно до положень AI Act Європейського Союзу.

Отже, для забезпечення ефективного впровадження та використання ШІ необхідно створити відповідну правову базу, яка б визначала критерії ідентифікації, обліку та оцінки ШІ як активу. На даний момент, в Україні використовується загальна методологія обліку нематеріальних активів, яка включає такі елементи як програмне забезпечення, патенти та авторські права. ШІ може бути розглянутий у цьому контексті, проте специфічні особливості даної технології потребують додаткових норм та регуляцій. Основними нормативними документами бухгалтерського обліку відповідно до національної або міжнародної систем є П(С)БО 8 «Нематеріальні активи» [19] або МСБО 38 «Нематеріальні активи» [20].

В консультації Загальнодоступного інформаційно-довідкового ресурсу ДПС, підкатегорія 102.05 [21] Державною податковою службою України було надано роз'яснення, що комп'ютерні програми – це нематеріальний актив, який слід розрізняти за такими варіантами:

1) придбання обмеженої кількості копій комп'ютерної програми та використання їх виключно за прямим функціональним призначенням. В такому випадку агропромислова компанія як покупець є кінцевим споживачем, а нематеріальний актив слід відносити до шостої групи, тобто інших нематеріальних активів (право на ведення діяльності, використання економічних та інших привілеїв тощо) відповідно до пп. 138.3.4 ПКУ [22]. Строк корисного використання якого встановлюється відповідно до правовстановлюючого документа;

2) придбання прав власності на програмну продукцію. Таке програмне забезпечення (ШІ) є нематеріальним активом п'ятої групи відповідно до пп. 138.3.4 ПКУ. Тобто, авторське право та суміжні з ним права (право на комп'ютерні програми, програми для електронно-обчислювальних машин тощо). Строк корисного використання якого встановлюється до правовстановлюючого документа, але не менш як 2 роки.

Для потреб бухгалтерського обліку агропромислових підприємств комерційної форми власності в першому випадку доцільно застосовувати субрахунок 127 «Інші нематеріальні активи», в другому – 125 «Авторські права та суміжні з ними права», які передбачені Планом рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій [23]. Аналітичних облік доцільно вести в розрізі окремих ШІ-технологій.

Впровадження інновацій, включаючи технології штучного інтелекту, в агропромислових підприємствах включає чітку послідовність облікових процедур, яка забезпечує прозорість і точність на всіх етапах. Послідовність облікових процедур по впровадженню інновацій відображено на Рис. 1.

Документальне забезпечення придбання та впровадження ШІ-інновацій передбачає повний цикл дій, спрямованих на юридичне та облікове оформлення процесу. Першочерговими первинними документами, які започатковують облік відповідної технології в агропромисловій компанії є Договір купівлі-продажу, що регулює

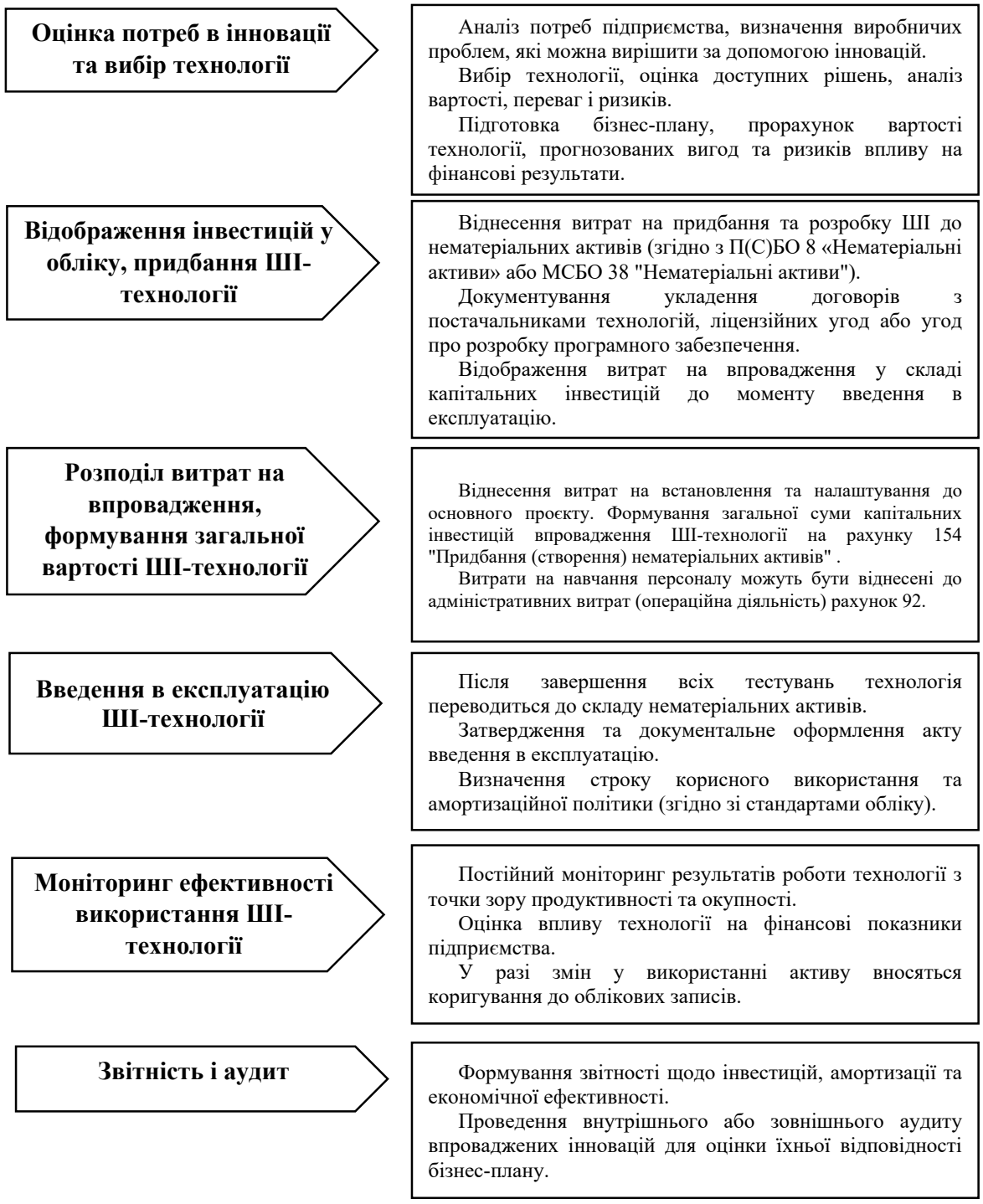


Рис. 1. Етапи облікових процедур впровадження ШІ-технології

Source: Узагальнено авторами за даними [2, 5, 6, 8].

права і обов'язків сторін у процесі передачі власності на технологію або Ліцензійний договір, що забезпечує правове використання інновацій.

Послідовність формування облікових документів та бухгалтерських записів по впровадженню ШІ-технології в агропромисловій компанії відображена на табл. 1.

Наявність наведеної документації забезпечує відповідність облікових процедур чинному законодавству та внутрішнім регламентам підприємства. Узагальнюючи напрацювання визначимо, що ключовими елементами облікових процесів, пов’язаних з інвестиціями в технології штучного інтелекту є:

1) визначення активу, його юридичне підтвердження та класифікація для потреб бухгалтерського та податкового обліку;

2) первісна оцінка нематеріального активу у вигляді ШІ-технології чи переоцінка (дооцінка, уцінка) для відображення його реальної ринкової вартості;

Таблиця 1

Документування та бухгалтерські записи по впровадженню ШІ-технології в агровиробництво

№ п/п	Документ (підстава для формування бухгалтерського запису)	Бухгалтерські записи
1	Договір купівлі-продажу, Ліцензійний договір. Патент або свідоцтво, що підтверджує право на володіння, користування та розпорядження об'єктом. Технічна документація, інструкції тощо.	Підтверджує право власності або право використання нематеріального активу.
2	Рахунок на оплату, Рахунок-фактура	Містить інформацію про вартість активу та реквізити постачальника. Акцептується керівником.
3	Прибуткова накладна, Акт приймання-передачі	Д-т 154 К-т 631 (оприбутковано придбаний нематеріальний актив)
4	Податкова накладна (якщо постачальник платник ПДВ)	Д-т 644 К-т 631 (формується у бухгалтерському обліку, коли підприємство отримує податкову накладну на придбані товари, роботи чи послуги, які підлягають оподаткуванню ПДВ, і ця накладна зареєстрована в Єдиному реєстрі податкових накладних) Д-т 641 К-т 644 (формується у бухгалтерському обліку, коли підприємство включає суму податкового кредиту до податкових зобов'язань для розрахунку остаточної суми ПДВ, що підлягає сплаті або відшкодуванню)
5	Платіжна інструкція, банківська виписка	Д-т 631 К-т 311 (сплачено постачальнику за придбаний нематеріальний актив)
6	Документи, що засвідчують витрати, пов'язані з тестуванням, підготовкою до експлуатації нематеріального активу, що збільшують його загальну вартість (Акти наданих послуг (виконаних робіт), Накладні, Розрахунково-платіжні відомості, Платіжні інструкції тощо)	Д-т 154 К-т 685 (отримано послуги сторонньої організації з тестування, налагодження активу) Д-т 154 К-т 661 (нараховано заробітну плату працівнику, з тестування, налагодження активу) Д-т 154 К-т 651 (нараховано соц.внески з заробітної плати працівника)
7	Наказ про введення в експлуатацію нематеріального активу	Видається керівником агропідприємства.
8	Акт введення в господарський оборот (форма № НА-1)	Д-т 125 (127) К-т 154 (введено нематеріальний актив в експлуатацію)
9	Інвентарна картка обліку (форма № НА-2)	Призначена для обліку об'єкта у складі нематеріальних активів
10	Наказ про нарахування податкової амортизації нематеріальних активів	Видається керівником агропідприємства.
11	Розрахунок амортизації нематеріальних активів	Д-т 23 К-т 133 (нараховано амортизацію нематеріальних активів)

Source: Узагальнено авторами за даними [19, 38, 22, 23].

3) вибір методу амортизації, встановлення строку корисного використання та розрахунок амортизаційних витрат;

4) експлуатаційні та адміністративні витрати;

5) організація податкового обліку, врахування податкових різниць та визнання витрат відповідно до норм ПКУ;

6) документальне оформлення обліку нематеріальних активів;

7) відображення в синтетичному та аналітичному обліку нематеріального активу;

8) формування фінансової звітності із відображенням результатів використання активу.

В підсумку важливим питанням залишається відображення в фінансовій звітності інноваційних технологій та оцінка їх впливу на фінансові результати. Законодавство України та стандарти бухгалтерського обліку визначають, що інноваційні технології відображають в активній частині Балансу, у складі нематеріальних активів. Амортизаційні відрахування, витрати на обслуговування інновацій зменшують чистий прибуток визначений у Звіті про фінансові результати. А самі капітальні інвестиції з придбання та впровадження ШІ-технологій враховуються як відтоки коштів у розділі «Інвестиційна діяльність» Звіту про рух грошових коштів.

Аналізуючи вплив впровадження інновацій на фінансові результати агропромислових компаній, доцільно виокремити такі показники, як рентабельність (ШІ оптимізує процеси планування врожаю, собівартість виробництва, та результати збирання, що прямо підвищує дохідність), зниження операційних витрат (скорочуються витрати на ручну працю, оптимізується використання ресурсів, що позитивно впливає на загальні витрати підприємства), ліквідність та платоспроможність (покращення грошових потоків, залучення кредитних ресурсів, через зростання інвестиційних витрат),

інвестиційна привабливість (інноваційна діяльність, автоматизація процесів і підвищення точності прийняття рішень знижують ризики, пов'язані з погодними умовами або ринковими коливаннями), окупність інвестицій (зростає стратегічна стійкість агропромислових підприємств, забезпечуючи довгострокову економію ресурсів та ефективне управління). Таким чином, інвестиції у ШІ сприяють довгостроковому зростанню фінансової стабільності агропромислових підприємств, хоча й можуть викликати короткострокові фінансові виклики.

Висновки. Дослідження деталізувало процес ідентифікації, класифікації та обліку технологій штучного інтелекту в агропромислових підприємствах. Технології ШІ розглянуто як нематеріальні активи, що підлягають відображенню у фінансовій звітності згідно з П(С)БО 8 та МСБО 38. Запропоновано послідовність процедур для придбання, введення в експлуатацію, амортизації та моніторингу ефективності технологій ШІ. Особливу увагу приділено вибору методів амортизації, оцінці строків корисного використання та впливу витрат на економічну ефективність агропромислових підприємств.

Визначено перелік документів, необхідних для юридичного підтвердження та бухгалтерського обліку інновацій, включаючи договори, акти введення в експлуатацію, рахунки-фактури, технічну документацію та накази про амортизацію. Інвестиції в ШІ позитивно впливають на ключові фінансові показники агропромислових підприємств, зокрема підвищують рентабельність, оптимізують витрати та покращують інвестиційну привабливість. Водночас початкові витрати на впровадження можуть знижувати ліквідність у короткостроковій перспективі. Виявлено прогалини в чинному законодавстві щодо класифікації та обліку технологій ШІ, високу вартість впровадження та брак кваліфікованих кадрів.

Подальші дослідження будуть зосереджені на ґрунтовному вивченні нормативної бази для класифікації та регулювання ШІ-інновацій як активу, з урахуванням специфіки агропромислового сектора, а також аналізі доступних моделей фінансування впровадження ШІ для малого та середнього бізнесу, зокрема через державні програми або гранти.

СПИСОК ВИКОРИСТОНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кучмійова Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39(2023). С. 69-74. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-10
2. Лобода О.М. Аналіз та переваги застосування цифрових технологій в агровиробництві. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2023. № 16. С. 76–84. DOI: https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.10
3. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. Том 30 (69). № 6. 2019. С. 30–37. DOI: https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-6-28.
4. Хилько І. І., Заярнюк Н. І. Штучний інтелект в аграрному секторі економіки. *Інформаційні технології у сучасному світі*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених (м. Харків, 22 квітня 2024 р.). Харків, 2024. С. 225-227.
5. Вдовенко Н. М. Підходи до управління аграрним бізнесом та розвитком біоекономіки в глобальному конкурентному світі з використанням штучного інтелекту. *Розвиток біоенергетичного потенціалу в сільському господарстві:* матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 29-30 березня 2024 р.). К.: Видавництво «Наукова столиця», 2024. С. 75-78.
6. Найда А., Кобрин Т. Перспективи використання штучного інтелекту в обліку сільськогосподарської діяльності. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти*: збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців (м. Одеса, 24-25 жовтня 2024 р., Одеса, 2024. С. 523-527.
7. Гнатьєва Т. М., Яковенко А. О., Мельничук В. М. Світові тенденції штучного інтелекту в бухгалтерському обліку. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 221-227. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.32
8. Гнатьєва Т., Яковенко А., Златова М. Особливості використання штучного інтелекту для потреб бухгалтерського обліку та управління підприємством. *Економічний вісник Причорномор'я*. 2024. № 5. DOI: https://doi.org/10.37000/ebbsl.2024.05.01
9. Правдюк Н. Л., Правдюк М. В. Штучний інтелект як каталізатор трансформаційних процесів у бухгалтерському обліку. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2024. № 1 (67). С. 69-83. DOI: 10.37128/2411-4413-2024-1-5
10. Висоцька І. Б., Нагірна, О. В. Діджиталізація як чинник підвищення ефективності фінансового менеджменту в умовах глобалізації. *Академічні візії.* 2024. № 36. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14178795. URL: https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/1479/1360 (дата звернення: 20.11.2024).
11. Грибовська Ю. Облік нематеріальних активів відповідно до вимог міжнародного стандарту бухгалтерського обліку. *Економіка та суспільство*. 2023. № 47. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-85/ (дата звернення: 27.11.2024).
12. Романів Р. Дискусійні питання обліку нематеріальних активів у контексті здійснення інноваційної діяльності. *Вісник Економіки*. 2024. № 3. DOI: https://doi.org/10.35774/ (дата звернення: 28.11.2024).
13. Accounting of intangible assets of innovative enterprises / Yankovska L. A., Zosimov Ya. I., Skubiy M. V., Bortnyk I. A., Zinkovsky, N. M., Shopa I. V., Koshulynsky D. R. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law.* 2024. № 40. Pp. 490-498. URL: https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1262/ (дата звернення: 25.11.2024).
14. Ясишена В. Удосконалення методологічних аспектів обліку нематеріальних активів та гудвілу. *Актуальні проблеми сучасного бізнесу: обліково-фінансовий та управлінський*. 2023. С. 458-460. URL: https://lnup.edu.ua/attachments/article/5027 (дата звернення: 26.11.2024).
15. Про інформацію: Закон України від 02.10.1992 № 2657-XII. Дата оновлення: 15.11.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text. (дата звернення 20.11.2024).

16. Про електронний документообіг: Закон України від 22.05.2003 № 851-IV. Дата оновлення: 31.12.2023. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-15#Text. (дата звернення 19.11.2024).
17. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні: схвалена Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 02.12.2020 № 1556-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text. (дата звернення 10.11.2024).
18. Біла книга регулювання штучного інтелекту: бачення Мінцифри. Версія для консультації. Червень 2024. URL: https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/page/community/docs.pdf. (дата звернення 09.11.2024).
19. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку 8 «Нематеріальні активи» від 18.10.1999 № 242. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0750-99#Text. (дата звернення 21.11.2024).
20. МСБО 38 «Нематеріальні активи» від 01.01.2012. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929_050#Text. (дата звернення 20.11.2024).
21. Загальнодоступний інформаційно-довідковий ресурс ДПС, підкатегорія 102.05. URL: https://zir.tax.gov.ua/. (дата звернення 19.11.2024).
22. Податковий кодекс України: Закон від 02.12.2010 № 2755-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text. (дата звернення 18.11.2024).
23. План рахунків бухгалтерського обліку: Наказ Мінфін України від 30.11.1999 № 291. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0892-99#Text. (дата звернення 20.11.2024).

REFERENCES:

1. Kuchmiiova T., Moroz T., & Sheshunova A. (2023). Vykorystannia shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi [Use of Artificial Intelligence in Agriculture]. *Modern Economics*. Vol. 39, no. 1. P. 69-74. URL: https://doi.org/10.31521/modecon.v39(2023)-10 [in Ukrainian].
2. Loboda, O.M. (2023). Analiz ta perevahy zastosuvannia tsyfrovykh tekhnolohii v ahrovyrobnytstvi [Analysis and advantages of using digital technologies in agricultural production]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Ekonomika – Tavria Scientific Bulletin. Series: Economics*, 16, 76-84. DOI: https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.10 [in Ukrainian].
3. Rudenko, M.V. (2019). Vplyv tsyfrovykh tekhnolohii na ahrarne vyrobnytstvo: metodychnyi aspekt [The impact of digital technologies on agricultural production: a methodological aspect]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriia: Ekonomika i upravlinnia – Scientific notes of the V.I. Vernadsky TNU. Series: Economics and Management*. Volume 30 (69), No. 6, P. 30-37. DOI: https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-6-28 [in Ukrainian].
4. Khylko, I.I., & Zayarnyuk, N.I. (2024). Shtuchnyi intelekt v ahrarnomu sektori ekonomiky [Artificial intelligence in the agricultural sector of the economy]. *Informatsiini tekhnolohii u suchasnomu sviti:* materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii zdobuvachiv vyshchoi osvity i molodykh vchenykh – *Information technologies in the modern world*: materials of the International Scientific and Practical Conference of Higher Education Applicants and Young Scientists. Kharkiv, 225-227 [in Ukrainian].
5. Vdovenko, N.M. (2024). Pidkhody do upravlinnia ahrarnym biznesom ta rozvytkom bioekonomiky v hlobalnomu konkurentnomu sviti z vykorystanniam shtuchnoho intelektu [Approaches to managing agrarian business and developing bioeconomy in a globally competitive world using artificial intelligence]. *Rozvytok bioenerhetychnoho potentsialu v silskomu hospodarstvi:* materialy dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii – *Development of bioenergy potential in agriculture*: materials of the reports of the International Scientific and Practical Conference. Kyiv: Publishing House "Scientific Capital", 75-78 [in Ukrainian].
6. Naida, A., & Kobryn, T. (2024). Perspektyvy vykorystannia shtuchnoho intelektu v obliku silskohospodarskoi diialnosti [Prospects for the use of artificial intelligence in accounting for agricultural activities]. *Aktualni aspekty rozvytku nauky i osvity*: zbirnyk materialiv IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii naukovo-pedahohichnykh pratsivnykiv ta molodykh naukovtsiv – *Current aspects of the development of science and education*: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference of Scientific and Pedagogical Workers and Young Scientists. Odesa, 523-527 [in Ukrainian].
7. Gnatyeva, T.M., Yakovenko, A.O., & Melnychuk, V.M. (2024). Svitovi tendentsii shtuchnoho intelektu v bukhhalterskomu obliku [World trends in artificial intelligence in accounting]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 23, 221-227. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.32/ [in Ukrainian].
8. Gnatyeva, T., Yakovenko, A., & Zlatova, M. (2024). Osoblyvosti vykorystannia shtuchnoho intelektu dlia potreb bukhhalterskoho obliku ta upravlinnia pidpryiemstvom [Peculiarities of using artificial intelligence for accounting and enterprise management]. *Ekonomichnyi visnyk Prychornomoria – Economic Bulletin of the Black Sea Region*, 5. DOI: https://doi.org/10.37000/ebbsl.2024.05.01 [in Ukrainian].
9. Pravdyuk, N.L., & Pravdyuk, M.V. (2024). Shtuchnyi intelekt yak katalizator transformatsiinykh protsesiv u bukhhalterskomu obliku [Artificial intelligence as a catalyst for transformational processes in accounting]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economics, finance, management: current issues of science and practice*, 1 (67), 69-83. DOI: 10.37128/2411-4413-2024-1-5 [in Ukrainian].
10. Vysotska, I.B., & Nahirna, O.V. (2024). Didzhytalizatsiia yak chynnyk pidvyshchennia efektyvnosti finansovoho menedzhmentu v umovakh hlobalizatsii. [Digitalization as a factor in increasing the efficiency of financial management in the context of globalization]. *Akademichni vizii – Academic Visions*, 36. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14178795 [in Ukrainian].
11. Hrybovska, Yu. (2023). Oblik nematerialnykh aktyviv vidpovidno do vymoh mizhnarodnoho standartu bukhhalterskoho obliku [Accounting for intangible assets in accordance with the requirements of international accounting standards]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economy and Society*, 47. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-85/ [in Ukrainian].
12. Romaniv R. (2024). Dyskusiini pytannia obliku nematerialnykh aktyviv u konteksti zdiisnennia innovatsiinoi diialnosti [Discussion issues of accounting for intangible assets in the context of innovative activities]. *Visnyk*

Ekonomiky – Bulletin of Economics, 3. DOI: https://doi.org/10.35774/ [in Ukrainian].
13. Yankovska, L.A., Zosimov, Ya.I., Skubiy, M.V., Bortnyk, I.A., Zinkovsky, N.M., Shopa, I.V., & Koshulynsky, D.R. (2024). Accounting of intangible assets of innovative enterprises. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law*, 40, 490-498. URL: https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1262/
14. Yasishena, V. (2023). Udoskonalennia metodolohichnykh aspektiv obliku nematerialnykh aktyviv ta hudvilu [Improving methodological aspects of accounting for intangible assets and goodwill]. *Aktualni problemy suchasnoho biznesu: oblikovo-finansovyi ta upravlinskyi – Current problems of modern business: accounting, financial and management*, 458-460. URL: https://lnup.edu.ua/attachments/article/5027 [in Ukrainian].
15. Pro informatsiiu: Zakon Ukrainy vid 02.10.1992 № 2657-XII. Data onovlennia: 15.11.2024. [About information: Law of Ukraine dated 02.10.1992 No. 2657-XII. Update date: 15.11.2024.]. (1992). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12#Text [in Ukrainian].
16. Pro elektronnyi dokumentoobih: Zakon Ukrainy vid 22.05.2003 № 851-IV. Data onovlennia: 31.12.2023. [On electronic document flow: Law of Ukraine dated 22.05.2003 No. 851-IV. Update date: 31.12.2023.]. (2003). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/851-15#Text [in Ukrainian].
17. Kontseptsiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini: skhvalena Rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02.12.2020 № 1556-r. [Concept of the development of artificial intelligence in Ukraine: approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02.12.2020 No. 1556-p.]. (2020). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text [in Ukrainian].
18. Bila knyha rehuliuvannia shtuchnoho intelektu: bachennia Mintsyfry. Versiia dlia konsultatsii [White Paper on Artificial Intelligence Regulation: Vision of the Ministry of Digital Affairs. Consultation version]. (2024). URL: https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/page/community/docs.pdf [in Ukrainian].
19. Natsionalne polozhennia (standart) bukhhalterskoho obliku 8 «Nematerialni aktyvy» vid 18.10.1999 № 242. [National Accounting Regulation (Standard) 8 “Intangible Assets” dated 18.10.1999 No. 242.]. (1999). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0750-99#Text [in Ukrainian].
20. MSBO 38 «Nematerialni aktyvy» vid 01.01.2012. [IAS 38 “Intangible Assets” dated 01.01.2012.]. (2012). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/929_050#Text [in Ukrainian].
21. Zahalnodostupnyi informatsiino-dovidkovyi resurs DPS, pidkatehoriia 102.05. [Public information and reference resource of the State Tax Service, subcategory 102.05.]. (2024). URL: https://zir.tax.gov.ua/ [in Ukrainian].
22. Podatkovyi kodeks Ukrainy: Zakon vid 02.12.2010 № 2755-VI. [Tax Code of Ukraine: Law of 02.12.2010 No. 2755-VI.]. (2010). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text [in Ukrainian].
23. Plan rakhunkiv bukhhalterskoho obliku: Nakaz Minfin Ukrainy vid 30.11.1999 № 291. [Chart of Accounts: Order of the Ministry of Finance of Ukraine dated 30.11.1999 No. 291.]. (1999). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0892-99#Text [in Ukrainian].

Шабатура Т.С., Яковенко А.О., Степанова М.М., Жаданова Ю.О. Облікові аспекти впровадження та використання штучного інтелекту для потреб агропромислових підприємств

У статті досліджено теоретико-методологічні та практичні аспекти обліку впровадження та використання технологій штучного інтелекту в агропромислових підприємствах. **Метою** дослідження є комплексне вивчення та розробка облікових підходів до впровадження та використання технологій штучного інтелекту в агропромислових підприємствах, створення методики бухгалтерського відображення ШІ у системі обліку агрофірм та аналіз впливу цих інновацій на ключові фінансові показники. **Методологічною** основою дослідження є системний підхід до вивчення економічних явищ, загальнонаукові та спеціальні методи пізнання. У роботі використано методи: монографічний – при вивченні наукових публікацій; системного аналізу – при дослідженні нормативно-правової бази; абстрактно-логічний – при формуванні теоретичних узагальнень та висновків; графічний – для наочного представлення результатів дослідження. В **результаті** дослідження визначено особливості класифікації та обліку технологій штучного інтелекту як нематеріальних активів відповідно до П(С)БО 8 та МСБО 38. Розроблено послідовність облікових процедур впровадження ШІ-технологій, що включає етапи від оцінки потреб до моніторингу ефективності. Запропоновано методику документального оформлення операцій з придбання та введення в експлуатацію технологій ШІ, включаючи необхідні первинні документи та кореспонденцію рахунків. Визначено ключові елементи облікових процесів, пов'язаних з інвестиціями в технології штучного інтелекту. **Висновки** дослідження акцентують увагу на позитивному впливі впровадження ШІ на фінансові показники агропромислових підприємств через підвищення рентабельності та оптимізацію витрат. Водночас виявлено проблемні аспекти: прогалини в законодавстві щодо класифікації та обліку технологій ШІ, висока вартість впровадження та дефіцит кваліфікованих кадрів. Запропоновано напрями подальших досліджень, зокрема щодо вдосконалення нормативної бази та розробки моделей фінансування впровадження ШІ для малого та середнього агробізнесу.

Ключові слова: облік, штучний інтелект, нематеріальний актив, документування, бухгалтерські записи.

Shabatura T.S., Yakovenko A.O., Stepanova M.M., Zhadanova Yu.O. Accounting aspects of the implementation and use of artificial intelligence for the needs of agro-industrial enterprises

The article examines the theoretical, methodological, and practical aspects of accounting for the implementation and use of artificial intelligence technologies in agro-industrial enterprises. The research **aims** to comprehensively study and develop accounting approaches for implementing and utilizing artificial intelligence technologies in agro-industrial enterprises, create a methodology for accounting representation of AI in farm accounting systems, and analyze the impact of these innovations on key financial indicators. The **methodological** foundation of the research is based on a systematic approach to studying economic phenomena, employing both general scientific and specialized methods of inquiry. The study utilizes various methods: monographic – for examining scientific publications; systematic analysis – for investigating the regulatory framework; abstract-logical – for forming theoretical generalizations

and conclusions; and graphical – for visual representation of research results. The **research** identifies the specifics of classification and accounting of artificial intelligence technologies as intangible assets in accordance with National Accounting Standard 8 and IAS 38. A sequence of accounting procedures for AI technology implementation has been developed, encompassing stages from needs assessment to performance monitoring. The study proposes a methodology for documenting AI technology acquisition and deployment operations, including necessary primary documents and account correspondences. Key elements of accounting processes related to investments in artificial intelligence technologies have been determined. The research **conclusions** emphasize the positive impact of AI implementation on agro-industrial enterprises' financial indicators through increased profitability and cost optimization. However, problematic aspects have been identified: gaps in legislation regarding the classification and accounting of AI technologies, high implementation costs, and a shortage of qualified personnel. Directions for further research have been proposed, particularly regarding the improvement of the regulatory framework and development of financing models for AI implementation in small and medium-sized agribusinesses.

Key words: accounting, artificial intelligence, intangible asset, documentation, accounting records.

УДК 633.11:631.811(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.48

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

ДРОБІТЬКО А.В. – докторка сільськогосподарських наук, професорка
orcid.org/0000-0002-6492-4558
Миколаївський національний аграрний університет
СМІРНОВА І.В. – кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-8976-3818
Миколаївський національний аграрний університет
БАЙСЕН І. – доцент кафедри агрономії та екології
Технічний університет Молдови

Постановка проблеми. На сьогоднішній день, пшениця озима займає основне місце в зерновому господарстві країни, за рахунок своєї високої врожайності, харчової цінності та економічної вигоди без чого в свою чергу не може обійтись людство України пшениця виступає головною зерновою культурою [1].

Пшениця майже єдина зернова культура, яка широко використовується в різних видах як для годівлі свійських тварин (фураж) так і продуктів харчування (пшениця 1,2 класу). Разом з тим великі обсяги виробництва експортуються до інших держав світу, що також забезпечують потреби інших суспільств. Високопродуктивні сорти пшениці озимої мають високі вимоги до вологості ґрунту та чистоти посівів від бур'янів. У зв'язку з цим значно збільшується роль клімату, що впливає на накопичення вологи, та загальний стан посівів. Тому, у зв'язку з глобальними змінами клімату та підвищеними вимогами до продуктивності і якості зерна пшениці, зростає потреба у дослідженні оптимізації живлення за вирощування в умовах Північного Степу України [2].

Підвищення обсягів виробництва зерна та покращення його якісних характеристик можливе завдяки впровадженню у виробництво сортів пшениці озимої нового технологічного рівня, а також удосконаленню агротехнічних прийомів вирощування, що сприятиме більш повному розкриттю потенціалу сортів.

Одним із перспективних напрямів підвищення продуктивності є використання регуляторів росту рослин. Навіть у незначних концентраціях ці сполуки позитивно впливають на ріст, розвиток, продуктивність і якість сільськогосподарських культур, а також підвищують їхню стійкість до стресових екологічних факторів. Дія регуляторів росту забезпечує більш повну реалізацію генетичного потенціалу рослин, закладеного природними умовами та селекційною діяльністю.

Отже, саме раціональне поєднання сучасних сортів, ефективних агротехнічних заходів і використання регуляторів росту становить значний резерв для підвищення врожайності зерна пшениці озимої, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах недостатнього зволоження та нестійкого температурного режиму Південного Степу України, забезпечення рослин вологою в осінній період є критичним фактором для успішного вирощування зернових культур. У зв'язку з цим постає необхідність пошуку альтернативних рішень, серед яких важливе місце займає вирощування озимих форм зернових культур. Це обумовлено перевагами озимих культур до адаптації в стресових умовах середовища, а головне ефективніше використовувати накопичену зимову вологу, що дозволяє забезпечити краще зростання та розвиток кореневої системи.

Відчутне зростання врожайності та обсягів виробництва зерна пшениці озимої можливе за умови впровадження у виробництво сортів інтенсивного типу, які завдяки своїм високим господарсько-цінним ознакам суттєво перевершують традиційні сорти екстенсивного типу. Нові сорти характеризуються підвищеною зимостійкістю, кращою адаптацією до посушливих умов та стійкістю до вилягання, що забезпечує їх ефективне вирощування як в умовах беззрошуваного землеробства, так і за застосування зрошення. Проте реалізація високого продуктивного потенціалу сортів інтенсивного типу можлива лише за умови глибокого розуміння біологічних особливостей культури та її окремих сортів. Це знання є основою для застосування відповідних прийомів сортової агротехніки, які дозволяють максимально реалізувати потенціал урожайності та забезпечити формування зерна високої якості [3].

Структура врожаю пшениці озимої формується за рахунок таких основних елементів, як густота продуктивного стеблостою, кількість зерен у колосі, маса зерна, висота рослин, кількість колосків у колосі та розмір колоса. Зазначені показники суттєво варіюють залежно від умов агротехніки, що, у свою чергу, впливає на рівень врожайності. Дослідження структури врожаю дає змогу глибше зрозуміти взаємодію між сільськогосподарськими культурами та факторами зовнішнього середовища. Це створює підґрунтя для розробки та впровадження ефективних агротехнічних заходів, спрямованих на забезпечення стабільного та високого рівня врожайності зернових культур, зокрема пшениці озимої [4].

Для отримання дружних сходів, росту, розвиток і формування врожайності пшениці озимої є забезпечення її

азотом, але при збільшенні вартості на азотні добрива, альтернативними шляхами постає впровадження в технологію вирощування біопрепаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів, що перешкоджають проведенню біологічного зв'язку молекулярної азотної атмосфери, перетворюючи його в доступні сполуки для покращення живлення рослин. Що в свою чергу, може зменшити дози внесення азотних добрив в рази або навіть повністю замінити їх [5].

Суттєве підвищення врожайності та збільшення обсягів виробництва зерна пшениці озимої можливо лише за умов упровадження в виробництво нових сортів інтенсивного типу. Такі сорти мають цінні господарські властивості, що дає можливість їм пристосовуватися до нестабільних кліматичних умов [6].

Дослідженнями проведеними Вінюков О.О. та ін. [7] впродовж 2015-2015 рр. у польовій сівозміні встановлено, що ефективність дії препаратів біологічного походження при вирощуванні пшениці озимої. Застосування біопрепаратів позитивно вплинуло на розвиток рослин пшениці озимої та значно поліпшувало показники структури врожаю. Найбільшу врожайність 6,86 т/га отримано за комплексного використання препарату Сизам, що більше порівняно з контрольним варіантом на 1,55 т/га.

Результати експериментальних досліджень свідчать про те, що застосування регуляторів росту рослин, біопрепаратів і мікродобрив забезпечує позитивний вплив на ріст, розвиток та продуктивність сільськогосподарських культур лише за умови дотримання оптимальних для кожного препарату норм, строків і способів внесення. Порушення встановлених регламентів використання може зумовити зниження як біологічної ефективності, так і економічної доцільності застосування зазначених засобів [8].

У сучасному аграрному виробництві для оптимізації живлення рослин все ширше використовуються біопрепарати, здатні у малих дозах істотно впливати на врожайність сільськогосподарських культур. Зокрема, передпосівна обробка насіння біологічними препаратами сприяє підвищенню енергії проростання, покращенню лабораторної та польової схожості, а також посиленню стійкості рослин до абіотичних стресів, зокрема до посушливих умов. У результаті таких заходів спостерігається зростання врожайності пшениці озимої [9].

Дослідженнями, проведеними Мащенком Ю.В. та ін. [10], встановлено важливість використання органо-мінеральної системи удобрення в поєднанні з біопрепаратом для підвищення врожайності пшениці озимої. Результати їх досліджень свідчать про те, що в середньому прибавка врожаю за рахунок біопрепарату коливається від 0,22 т/га до 0,55 т/га.

Використання регуляторів росту рослин нової генерації в аграрному секторі відкриває значний потенціал для інтенсифікації виробництва сільськогосподарської продукції за рахунок оптимізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі [11].

Застосування обробки посівів пшениці озимої біопрепаратами забезпечує підвищення врожайності зерна від 2,89 до 4,99 т/га на фоні основного внесення добрив [12].

Таким чином, вивчення впливу використання біопрепаратів та сортових особливостей пшениці озимої на підвищення продуктивності пшениці озимої є актуальним питанням сьогодення.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження щодо впливу біопрепаратів на сорти пшениці озимої були проведені впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету. Матеріалом дослідження були 4 сорти пшениці озимої.

Схема досліду включала наступні варіанти: Фактор А – сорти пшениці озимої: Овідій, Росинка, Херсонська 99, Антонівка; Фактор В – біопрепарати: контроль (обробка водою), Азотофіт-р, Фітоцид-р, Азотофіт-р + Фітоцид-р. Площа посівної ділянки становила – 50 м^2, а облікової – 26 м^2, повторність 3-разова, варіанти досліду розміщено систематичним методом.

Матеріалом дослідження були 4 сорти пшениці озимої м'якої, власниками яких є провідні установи України: Овідій, Херсонська 99 (Інститут зрошуваного землеробства НААН України), Росинка (Інститут рису Української академії аграрних наук), Антонівка (Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення), які зареєстровано в Державному реєстрі сортів рослин, придатних до поширення в Україні [13].

Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для вирощування пшениці озимої в умовах півдня України.

Перед збиранням урожаю висоту рослин пшениці озимої вимірювали на 100 спеціально відведених рослинах за допомогою мірної лінійки, розміщеної на розрахунковій площі кожної ділянки.

Збирання врожаю пшениці озимої проводили комбайном SAMPO–500 з кожного повторення вологості (14%) і чистоти (100%) [14].

Мета статі. Встановити вплив сортових особливостей та передпосівної обробки насіння біопрепаратами на продуктивність рослин пшениці озимої.

Результати досліджень. Висота рослин є головним господарсько-біологічним показником в онтогенезі усіх зернових культур, оскільки має тісний зв'язок з іншими ознаками та властивостями культури. У першу чергу це стосується стійкості до вилягання, здатності засвоювати основні елементи поживних речовин, а також впливає на продуктивність і якість зерна пшениці озимої. Висота рослин пшениці озимої дійсно може суттєво змінюватися залежно від ряду факторів. Основні з них включають: кліматичні умови, температура, вологість, кількість опадів і сонячного світла. Тобто, посушливі роки можуть призвести до зниження висоти рослин через нестачу вологи, тоді як сприятливі погодні умови сприяють активному росту і розвитку рослин.

Нашими дослідженнями встановлено, що застосування передпосівної обробки насіння досліджуваними біопрепаратами позитивно вплинуло на висоту рослин пшениці озимої усіх досліджуваних сортів (рис. 1).

У середньому за 2021–2022 рр., суттєвий позитивний вплив досліджуваних біопрепаратів встановлено

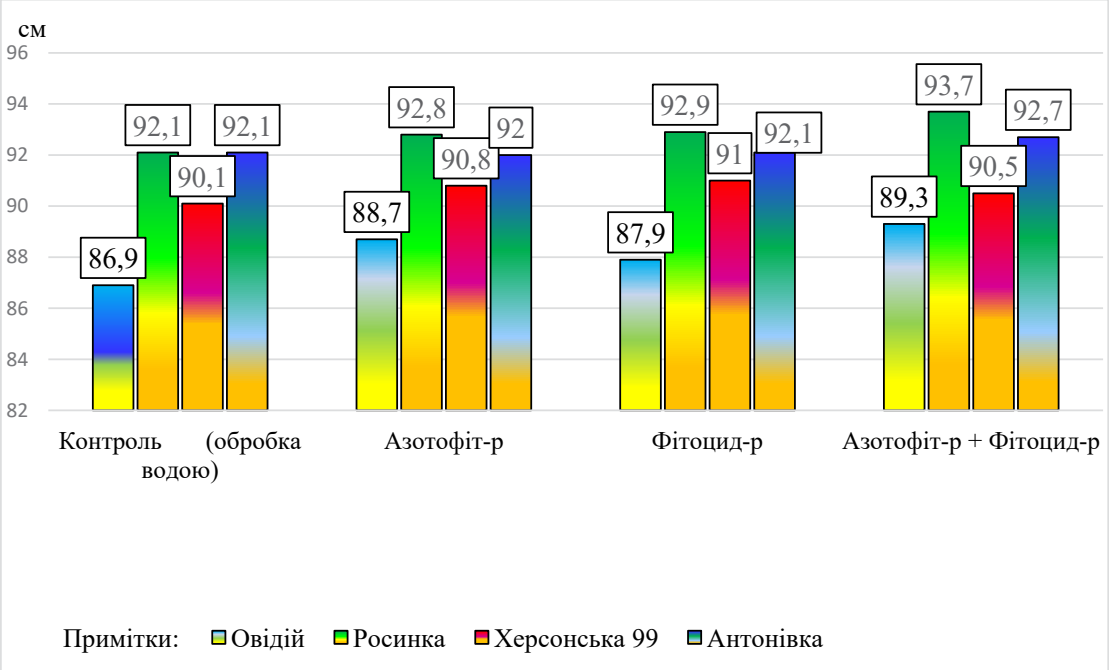


Рис. 1 Висота рослин пшениці озимої у фазу повної стиглості зерна залежно від обробки насіння біопрепаратами (середнє за 2021-2022 рр.), см

Джерело: розроблено авторами

у сортів пшениці озимої Росинка і Антонівка. Так, висота рослин досліджуваних сортів пшениці озимої коливалась в межах 90,1–93,7 см. Максимальних показників висоти рослин пшениці озимої було отримано за передпосівної обробки насіння біопрепаратами Азотофіт-р +Фітоцид-р, що становить 91,6 см у середньому по досліджуваним сортам. У контрольному варіанті, де рослини обробляли водою, висота сортів пшениці озимої становила 90,3 см, що менше порівняно з сумісним застосуванням біопрепаратів на 1,4%. Тобто висота рослин пшениці озимої різнилась як за сортовими особливостями, так і за передпосівною обробкою досліджуваними біопрепаратами.

Основним показником, який забезпечує рівень потенційної врожайності є кількість продуктивних стебел пшениці озимої. Цей показник безпосередньо впливає на формування врожаю, оскільки кожне продуктивне стебло здатне утворити колос, у якому формуються зерна, а на далі і майбутній врожай.

Нашими дослідженнями встановлено, найбільший показник кількісті продуктивних стебел отримано за обробки насіння перед сівбою біопрепаратами Азотофіт-р + Фітоцид-р і становило на рівні 490–508 шт/м^2, а найменшу кількість продуктивних стебел – за обробка насіння біопрепаратом Фітоцид-р, на рівні 486–490 шт/м^2 в залежності від досліджуваного сорту (рис 2).

Однак, у контрольному варіанті, рослини пшениці озимої цей показник сформували мінімальним, на рівні 484–497 шт/м^2, що прямопропорційно вплинуло на врожайність пшениці озимої. Так, при вирощуванні пшениці озимої врожайність становила на рівні – 4,89–5,78 т/га (рис. 3).

Максимальний показник врожайності (5,78 т/га) сформовано рослинами пшениці озимої сорту Овідій за сумісного застосування біопрепаратів Азотофіт-р + Фітоцид-р, що більше порівняно з контрольним варіантом на 16,3%. Мінімальну врожайність сформовано сортом Антонівка за обробки насіння водою на рівні 4,89 т/га. При цьому дещо меншу врожайність порівняно з сортами Овідій та Росинка сформував сорт пшениці озимої – Херсонська 99, на рівні 5,09–5,43 т/га. Показник врожайності у сорту Росинка становив 5,07–5,76 т/га в залежності від обробки насіння біопрепаратами.

У контрольному варіанті рослини пшениці озимої сформували найменшу врожайність по всім досліджуваним сортам. Тобто, необхідно відмітити, що всі досліджувані біопрепарати позитивно вплинули на врожайність пшениці озимої досліджуваних сортів.

Максимальних показників врожайності було отримано за передпосівної обробки насіння біопрепаратами в комплексі Азотофіт-р і Фітоцид-р і становило на рівні – 5,18–5,78 т/га. Меншими за ці показники врожайності сформовано за обробки насіння перед сівбою біопрепаратом Азотофіт-р, що в середньому становило 5,1–5,62 т/га в залежності від сорту, а мінімальні показники врожайності було отримано за передпосівної обробки біопрепаратом Фітоцид-р, що в середньому становило – 4,97-5,23 т/га залежно від сорту. При цьому в контрольному варіанті, де рослини пшениці озимої обробляли водою врожайність встановила – 4,97–5,09 т/га в залежності від досліджуваного сорту. Тобто обробка насіння пшениці озимої позитивно

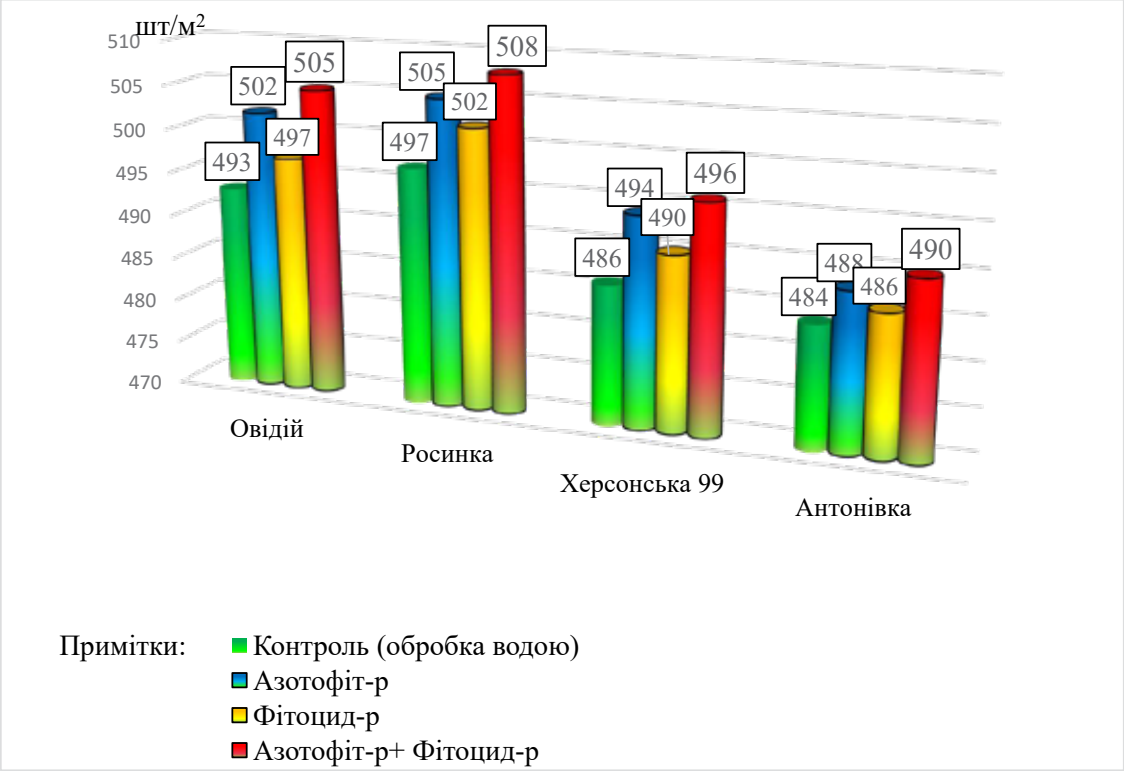


Рис. 2 Кількість продуктивних стебел пшениці озимої залежно від біопрепаратів (середнє за 2021-2022 рр.), шт/м2

Джерело: розроблено авторами

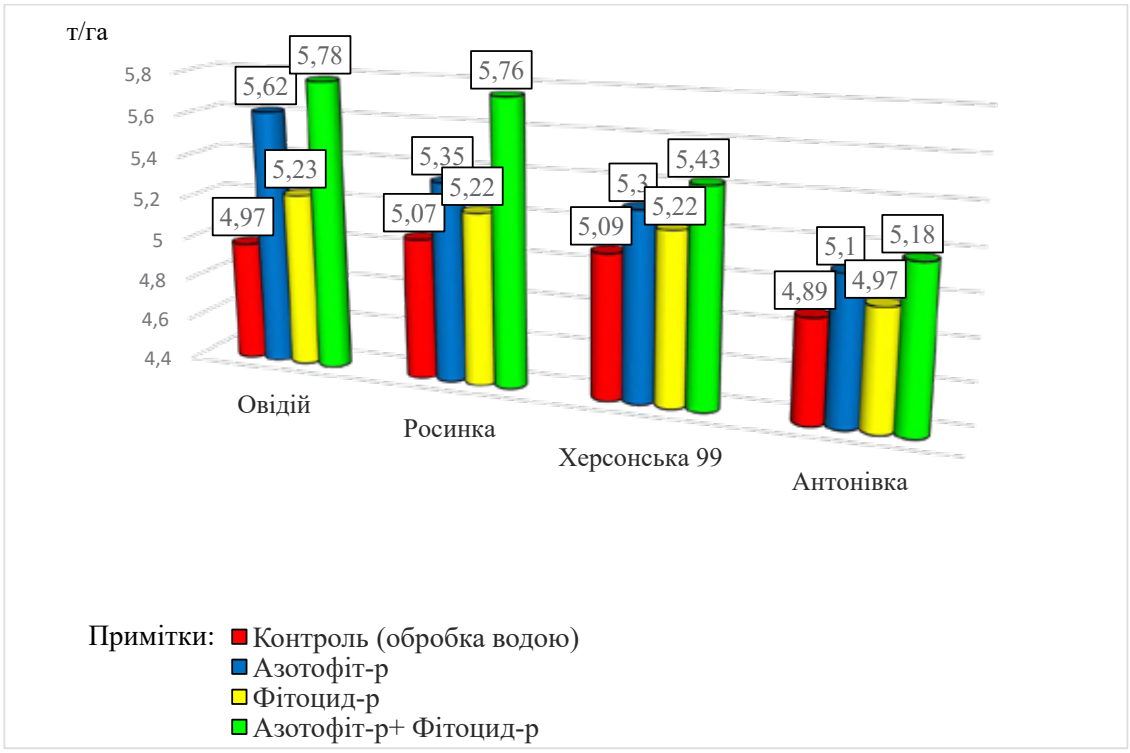


Рис. 3 Врожайність зерна пшениці озимої забежно від сорту та обробки насіння біопрепаратами (середнє за 2021-2022 рр.), т/га

Джерело: розроблено авторами

впливала на усі досліджувані сорти та значно позначалась на головному показнику – врожайності зерна пшениці озимої.

Результатами проведених досліджень підтверджено позитивний вплив біопрепаратів, що дало змогу підвищити як продуктивність так і врожайність зерна пшениці озимої.

Висновки. Результатами досліджень, проведених у південному регіоні України протягом 2020–2022 років встановлено, що рівень урожайності зерна пшениці озимої суттєво залежить від сортових особливостей культури та передпосівної обробки насіння біологічними препаратами. Зазначені чинники зумовлюють значні коливання показників продуктивності.

Найбільшу висоту рослин пшениці озимої отримано за передпосівної обробки насіння сумісно біопрепаратами Азотофіт-р +Фітоцид-р, що становить 91,6 см у середньому по досліджуваним сортам. Максимальний показник кількісті продуктивних стебел отримано за обробки насіння перед сівбою біопрепаратами Азотофіт-р + Фітоцид-р і становило на рівні 490–508 шт/м^2 в залежності від досліджуваного сорту.

Найбільші показники врожайності визначено за передпосівної обробки насіння біопрепаратами в комплексі Азотофіт-р і Фітоцид-р і становило на рівні – 5,18–5,78 т/га, тобто обробка насіння пшениці озимої позитивно впливала на усі досліджувані сорти та значно позначалась на головному показнику – врожайності зерна пшениці озимої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ярчук І.І., Мельник Т.В., Моргун О.В. Вплив полікомпонентних рістрегуляторів на зимостійкість і продуктивність пшениці твердої озимої. *Зернові культури*. Том 4. № 2. 2020. С. 263–271.
2. Korkhova, M., Smirnova, V., Panfilova, A., & Bilichenko, O. (2023). Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and pre-sowing treatment of seeds with biological products. *Scientific Horizons*, 26(5), 65-75. https://doi.org/10.48077/scihor5.2023.65.
3. Колпакова О.С. Озима пшениця в умовах півдня: вплив прийомів сортової агротехніки на врожайність. Агроном. 2014. № 1. С. 84–85.
4. Каращук Г.В. Поліщук О.В. Урожай і якість зерна сортів пшениці озимої залежно від регуляторів росту рослин під час зрошення на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*, 2019. № 105. С. 90–94.
5. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. (2023). Economic efficiency of growing winter barley under the influence of biologics in the Southern Steppe zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(11), 39–48. https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.39.
6. Korkhova, M., Drobitko, A., Panfilova, A., & Smirnova, I. (2022). The Role of Winter Wheat Plant Height in the Formation of Grain Yield Depending on Varietal Characteristics and Weather Conditions. *Scientific Horizons*, 25(11), 41–50. doi:10.48077/SCIHOR.25(11).2022.41-50.
7. 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.
8. Анішин Л.А., Жилкін В.О., Пономаренко С.П. Рекомендації з впровадження регуляторів росту рослин в сільськогосподарському виробництві України (2000). Київ : Високий врожай. 32 с.
9. Базалій В., Домарацький Є. Вплив біопрепаратів на врожайність і адаптивні властивості сортів пшениці м'якої озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 81. С. 9–14.
10. Mashchenko Yu.V., Kulik G.A., Trikina N.M. Malahovska V.O. (2023). Yield of winter wheat in crop rotations of the steppe depends on fertilizer systems and bio-products. *Agrarian innovations*, (18), 77-83.
11. Грицаєнко З.М., Пономаренко С.П., Карпенко В.П., Леонтюк І.Б. Біологічно активні речовини в рослинництві. Київ: ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
12. Гамаюнова В.В., Панфілова А.В. Окупність сумісного використання добрив та біопрепаратів на пшениці озимої в Південному Степу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 41–48. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.05.
13. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні на 2024 рік. Київ: Мінагрополітики та продовольства України. 2024. URL: https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin
14. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник : Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / А.О. Рожков, В.К. Пузік, С.М. Каленська та ін.; за ред. А.О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 342 с.

REFERENCES:

1. Yarchuk I.I., Melnyk T.V., Morhun O.V. (2020). Vplyv polikomponentnykh ristrehuliatoriv na zymostiikist i produktyvnist pshenytsi tverdoi ozymoi [The effect of polycomponent growth regulators on winter hardiness and productivity of durum winter wheat]. *Zernovi kultury – Cereal crops*, 4(2), 263–271 [in Ukrainian].
2. Korkhova, M., Smirnova, V., Panfilova, A., & Bilichenko, O. (2023). Productivity of winter wheat depending on varietal characteristics and pre-sowing treatment of seeds with biological products. *Scientific Horizons*, 26(5), 65-75. https://doi.org/10.48077/scihor5.2023.65.
3. Kolpakova O.S. (2014). Ozyma pshenytsia v umovakh pivdnia: vplyv pryiomiv sortovoi ahrotekhniky na vrozhainist [Winter wheat in southern conditions: the influence of varietal agricultural techniques on yield]. *Ahronom – Agronomist*, 1, 84–85 [in Ukrainian].
4. Karashchuk H.V. Polishchuk O.V. (2019). Urozhai i yakist zerna sortiv pshenytsi ozymoi zalezhno vid rehuliatoriv rostu roslyn pid chas zroshennia na Pivdni Ukrainy [Yield and grain quality of winter wheat varieties depending on plant growth regulators during irrigation in the South of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin,* 105, 90–94 [in Ukrainian].
5. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O. (2023). Economic efficiency of growing winter barley under the influence of biologics in the Southern Steppe zone of Ukraine. *Scientific Horizons*, 26(11), 39–48. https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.39.
6. Korkhova, M., Drobitko, A., Panfilova, A., & Smirnova, I. (2022). The Role of Winter Wheat Plant

Height in the Formation of Grain Yield Depending on Varietal Characteristics and Weather Conditions. *Scientific Horizons*, 25(11), 41–50. doi:10.48077/SCIHOR.25(11).2022.41-50.
7. 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 products on the productivity of winter wheat on different nutritional backgrounds in the conditions of the Donetsk region]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11. 41–47. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201811-06 [in Ukrainian].
8. Anishyn L.A., Zhylkin V.O., Ponomarenko S.P. (2000). Rekomendatsii z vprovadzhennia rehuliatoriv rostu roslyn v silskohospodarskomu vyrobnytstvi Ukrainy [Recommendations for the implementation of plant growth regulators in agricultural production of Ukraine]. Kyiv : Vysokyi vrozhai, 32 [in Ukrainian].
9. Bazalii V., Domaratskyi Ye. (2012). Vplyv biopreparativ na vrozhainist i adaptyvni vlastyvosti sortiv pshenytsi m'iakoi ozymoi [The effect of biological products on the yield and adaptive properties of soft winter wheat varieties]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavria Scientific Bulletin,* 81. 9–14 [in Ukrainian].
10. Mashchenko Yu.V., Kulik G.A., Trikina N.M. Malahovska V.O. (2023). Yield of winter wheat in crop rotations of the steppe depends on fertilizer systems and bio-products. *Agrarian innovations*, (18), 77-83.
11. Hrytsaienko Z.M., Ponomarenko S.P., Karpenko V.P., Leontiuk I.B. (2008). Biolohichno aktyvni rechovyny v roslynnytstvi [Biologically active substances in crop production]. Kyiv: ZAT «Nichlava» – Kyiv: CJSC «Nichlava», 352 [in Ukrainian].
12. Hamaiunova V.V., Panfilova A.V. (2019). Okupnist sumisnoho vykorystannia dobryv ta biopreparativ na pshenytsi ozymoi v Pivdennomu Stepu Ukrainy [Payback of the combined use of fertilizers and biological products on winter wheat in the Southern Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy,* 1. 41–48. https://doi.org/10.31210/visnyk2019.01.05 [in Ukrainian].
13. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini na 2024 rik [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2024]. Retrieved from https: https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin [in Ukrainian]. (2022, May, 11).
14. Rozhkov A. O. et al. (2016). Doslidna sprava v aghronomiji : navch. posibnyk : Statystychna obrobka rezuljtativ aghronomichnykh doslidzhenj [Research in agronomy: textbook. manual: Statistical processing of agronomic research results]. Kharkiv : Majdan [in Ukrainian].

Дробітько А.В., Смірнова І.В., Байсен І. Продуктивність пшениці озимої залежно від передпосівної обробки насіння в умовах півдня України

Метою дослідження є з'ясування впливу сортових особливостей і передпосівної обробки насіння біологічними препаратами на продуктивність пшениці озимої в умовах півдня України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. на дослідному полі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Матеріалом дослідження були 4 сорти пшениці озимої. Агротехніка проведення дослідів була загальноприйнятою для вирощування пшениці озимої в умовах півдня України. Площа посівної ділянки 50 м^2, облікової 26 м^2, повторність 3-разова, варіанти досліду розміщено систематичним методом. Схема досліду включала наступні варіанти: Фактор А – сорти пшениці озимої: Овідій, Росинка, Херсонська 99, Антонівка; Фактор В – біопрепарати: контроль (обробка водою), Азотофіт-р, Фітоцид-р, Азотофіт-р + Фітоцид-р. **Результати.** Найбільшу висоту рослин пшениці озимої отримано за передпосівної обробки насіння сумісно біопрепаратами Азотофіт-р +Фітоцид-р, що становить 91,6 см у середньому по досліджуваним сортам. Максимальний показник кількісті продуктивних стебел отримано за обробки насіння перед сівбою біопрепаратами Азотофіт-р + Фітоцид-р і становило на рівні 490–508 шт/м^2 в залежності від досліджуваного сорту. Найбільші показники врожайності визначено за передпосівної обробки насіння біопрепаратами в комплексі Азотофіт-р і Фітоцид-р і становило на рівні – 5,18–5,78 т/га, тобто обробка насіння пшениці озимої позитивно впливала на усі досліджувані сорти та значно позначалась на головному показнику – врожайності зерна пшениці озимої. **Висновки.** Результати досліджень засвідчили істотний вплив сортових особливостей пшениці озимої та передпосівної обробки насіння біопрепаратами на формування врожайності зерна в умовах півдня України. Застосування біологічних препаратів, зокрема у варіанті сумісної обробки насіння біопрепаратами Азотофіт-р та Фітоцид-р, сприяло суттєвому підвищенню продуктивності, що особливо проявилося за вирощування сорту Овідій. Навпаки, у контрольному варіанті без застосування біопрепаратів найнижчі показники врожайності були відмічені за вирощування сорту Антонівка. Це свідчить про доцільність урахування як сортової специфіки, так і вибору ефективних біологічних засобів для передпосівної обробки насіння з метою підвищення продуктивності посівів пшениці озимої.

Ключові слова: біопрепарати, урожайність зерна, передпосівна обробка насіння, сорти, висота рослин, продуктивність стебел.

Drobitko A.V., Smirnova I.V., Bacean I. Productivity of winter wheat depending on pre-sowing seed treatment under the conditions of Southern Ukraine

The aim of the study was to determine the effect of varietal characteristics and pre-sowing seed treatment with biological products on the productivity of winter wheat under the conditions of southern Ukraine. **Methods.** The research was conducted during 2020–2022 at the experimental field of the Educational-Scientific-Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The study involved 4 winter wheat varieties. The agricultural practices applied were standard for winter wheat cultivation in southern Ukraine. The area of the sowing plot was 50 m², the accounting plot was 26 m², with three replications. The experiment variants were arranged using a systematic method. The experimental design included the following factors: Factor A – winter wheat varieties: Ovidiy, Rosynka, Khersonska 99, Antonivka; Factor B – biological products: control (treated with water), Azotofit-R, Phytocid-R, Azotofit-R + Phytocid-R. **Results.** The greatest plant height was recorded in the variant with pre-sowing treatment using a combination of Azotofit-R and Phytocid-R, reaching 91.6 cm on average across the studied varieties. The highest number of productive stems was also obtained

in the treatment with Azotofit-R + Phytocid-R, ranging from 490 to 508 stems/m² depending on the variety. The highest yield was observed in the variant with combined seed treatment using Azotofit-R and Phytocid-R, reaching 5.18–5.78 t/ha. This indicates that seed treatment had a positive effect on all studied varieties and significantly influenced the main indicator – grain yield of winter wheat. **Conclusions.** The results of the research showed a significant influence of varietal characteristics and pre-sowing treatment with biological products on grain yield formation under the conditions of southern Ukraine. The use of biological preparations, particularly in the combined variant Azotofit-R + Phytocid-R, contributed to a substantial increase in productivity, especially in the Ovidiy variety. Conversely, the control variant without biological products showed the lowest yield indicators, particularly in the Antonivka variety. This confirms the necessity of considering both varietal specificity and the choice of effective biological agents for pre-sowing seed treatment to enhance winter wheat productivity.

Key words: biological products, grain yield, pre-sowing seed treatment, varieties, plant height, stem productivity.

УДК 63.582.73
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.49

СУЧАСНІ СОРТИ НУТУ *CICER ARIETINUM* L. ДЛЯ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

КОЛОЯНІДІ Н.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0008-1494-9715
Миколаївський національний аграрний університет
ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю. А. – директор
orcid.org/0009-0004-1033-7878
Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Нут (*Cicer arietinum* L.) є цінною зернобобовою культурою, яка характеризується високим вмістом білка та резистентністю до посушливих умов, що робить його перспективним для вирощування в зоні нестійкого зволоження, зокрема на Півдні України. За останні п'ять років до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, було внесено декілька нових сортів нуту, які заслуговують на увагу аграріїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нут (*Cicer arietinum* L.) самозапильна бобова культура, яка походить з південно-східної Туреччини та прилеглої частини Сирії. Основними цілями селекції нуту є збільшення виробництва або шляхом покращення генетичного потенціалу сортів, або шляхом створення сортів, які є резистентними до посухи, низьких температур на початку вегетації, ураження комахами та хворобами [1].

Нут є відомою культурою, яка вирощувалася в Індії, на Близькому Сході та в Ефіопії з давнини, а зараз має важливе значення в країнах і Нового Світу, включаючи Мексику, Аргентину, Чилі, Перу, США та Австралію. Виробництво нуту значно зросло за останнє століття, і наразі його вирощують у понад 50 країнах світу [2]. Це перспективна зернобобова продовольча культура, яка може витримувати жорсткі посушливі умови, оскільки має глибокий стрижневий корінь, який може досягати глибини 2 метрів і зберігати активність на протязі вегетації, що є складовою посухостійкості культури [3].

Культура може використовуватися як їжа для людей і корм для тварин, а всі частини рослин на ранніх стадіях росту можуть використовуватися як зеленні культури, а також як сидерати для покращення агрофізичних властивостей ґрунту, збагачення його органічною речовиною та азотом.

Останні дослідження щодо вирощування нових сортів нуту, як в світовій практиці [4] так і в умовах півдня України свідчать про перспективність цієї культури в регіоні, враховуючи її посухостійкість та високу харчову цінність [4, 5].

У статті «Нут – перспективне джерело харчового білка» (2023) автори Січкар та ін. досліджували харчову цінність насіння нуту, вирощеного в Україні, та відзначили його відповідність світовим стандартам за показниками якості [6].

У дослідженнях 2019 року вивчали вплив агротехнічних прийомів на продуктивність різних сортів нуту в умовах півдня України [5]. Показано, що правильний вибір сорту та технології вирощування можуть суттєво підвищити врожайність культури в складному щодо ведення рослинництва регіоні. Серед висновків роботи слід відзначити також наступне. Сучасне рослинництво України базується на вирощувані обмеженого переліку культур, від соняшника, пшениці, ріпаку до кукурудзи, сої й цукрових буряків. Для усіх згаданих культур необхідною складовою є внесення, часто високих доз, мінеральних добрив та складні системи захисту посівів від шкідників, хвороб та бур'янів. За дефіциту вологи на півдні України високий осмотичний тиск за внесення мінеральних добрив обмежує ефективність використання елементів живлення, від макро до мікроелементів. Також, дефіцит вологи й відповідне зниження мікробіологічної активності ґрунту інгібують процеси метаболізму токсикантів з численними проявами пошкоджень посівів у сівозмінах, у тому числі й за післядії. Тому, впровадження нуту, як резистентної до дефіциту вологи й високих температур культури має виключне значення для збалансування сівозмін півдня держави.

У роботі проаналізовано сучасні тенденції вирощування нуту та підкреслено важливість використання біологічних препаратів для підвищення врожайності та якості продукції. Зазначу, що за дефіциту вологи досягти високих рівнів ефективності використання насамперед азоту неможливо, тому саме цей підхід, без внесення мінерального азоту з обмеженим переліком ксенобіотиків у захисті посівів, є важливою складовою формування врожаїв культури та екологічно безпечних агрофітоценозів півдня України [7].

Ці дослідження підкреслюють важливість адаптації технологій вирощування нуту до специфічних умов півдня України та використання сучасних агротехнічних прийомів для досягнення високих показників продуктивності та якості врожаю.

Згідно з даними Державного реєстру сортів рослин України, станом на 2023 рік зареєстровано 15 сортів нуту, понад 70% з яких є результатом досліджень українських селекціонерів [8].

Метою статті є аналіз сортового складу нуту, зареєстрованого в Державному реєстрі сортів рослин України за останні п'ять років, та оцінка їх врожайності за класичною технологією вирощування в умовах Півдня України. Особливу увагу приділено характеристиці посухостійкості сортів, їх продуктивності та перспективності щодо вирощування у регіонах із нестійким зволоженням.

Матеріали та методика досліджень. У дослідженні використано дані про сорти нуту, зареєстровані в Державному реєстрі сортів рослин України за останні п'ять років (2020–2024 рр.). Об'єктом дослідження стали шість нових сортів нуту: Бланко, Єва, Кіра, Лара, Маестро, Октавіус, які рекомендовані для вирощування в умовах нестійкого зволоження.

Сорт Бланко – оригінатор Товариство з обмеженою відповідальністю Науково-виробнича фірма «Дріада, Лтд» [8]. Рік реєстрації: 2020. Морфологічні особливості: висота рослини 45–55 см, колір листків світло-зелений, форма насіння округла, колір насіння кремовий, маса 1000 насінин: 320–350 г. Агрономічні характеристики: урожайність 2,5–2,7 т/га, посухостійкість – висока, стійкість до хвороб толерантний до фузаріозу та аскохітозу, рекомендована зона вирощування: Степ та Лісостеп України.

Сорт Єва – оригінатор Клузер Брідінг Інтернешнл ГмбХ [8]. Рік реєстрації 2020. Морфологічні особливості: висота рослини: 40–50 см, колір листків темно-зелений, форма насіння кутова, колір насіння жовтий, маса 1000 насінин: 300–330 г. Агрономічні характеристики: урожайність: 2,3–2,5 т/га, посухостійкість висока, стійкість до хвороб: стійкий до кореневих гнилей, рекомендована зона вирощування: Південний Степ України.

Сорт Кіра – оригінатор Клузер Брідінг Інтернешнл ГмбХ [8]. Рік реєстрації: 2020. Морфологічні особливості: висота рослини: 50–60 см, колір листків світло-зелений, форма насіння овальна, колір насіння світло-коричневий, маса 1000 насінин: 340–360 г. Агрономічні характеристики: урожайність: 2,6–2,8 т/га, посухостійкість висока, стійкість до хвороб: толерантний до аскохітозу, рекомендована зона вирощування Лісостеп та Полісся України.

Сорт Лара – оригінатор Клузер Брідінг Інтернешнл ГмбХ [8]. Рік реєстрації: 2020. Морфологічні особливості: висота рослини: 45–55 см, колір листків темно-зелений, форма насіння округла, колір насіння бежевий, маса 1000 насінин: 310–340 г. Агрономічні характеристики: урожайність 2,4–2,6 т/га, посухостійкість середня, стійкість до хвороб стійкий до фузаріозу, рекомендована зона вирощування Степ України.

Сорт Маестро – оригінатор Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення [9]. Рік реєстрації: 2022. Морфологічні особливості: висота рослини: 50–60 см, колір листків світло-зелений, форма насіння округла, колір насіння кремовий, маса 1000 насінин 330–360 г. Агрономічні характеристики: урожайність 2,7–2,9 т/га, посухостійкість висока, стійкість до хвороб: толерантний до аскохітозу та фузаріозу, рекомендована зона вирощування Лісостеп та Степ України.

Сорт Октавіус – оригінатор Інститут кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України [8]. Рік реєстрації: 2023. Морфологічні особливості: висота рослини 50–60 см, колір листків світло-зелений, форма насіння округла, колір насіння кремовий, маса 1000 насінин 330–360 г. Агрономічні характеристики: урожайність 2,7–2,9 т/га, посухостійкість висока, стійкість до хвороб толерантний до аскохітозу та фузаріозу, рекомендована зона вирощування Лісостеп та Степ України.

Польові дослідження нових сортів нуту проводилися в умовах Південного Степу України (Миколаївська, Херсонська, Одеська області) [10, 17, 19, 22].

Дослідні ділянки розміщувалися на чорноземних ґрунтах південного типу. Дослідження проводилися у період 2020–2024 рр. Сівба здійснювалася в третю декаду березня (оптимальні терміни). Схема посіву – ширина міжрядь 45 см, густота стояння 0,6–0,7 млн шт./га. Мінеральне живлення: стартове внесення $N_{20–30}$, $P_{40–60}$, $K_{20–30}$. Контроль бур'янів проводили за внесення ґрунтового гербіциду.

Водоспоживання нуту визначали за допомогою коефіцієнта водоспоживання (Кв), який розраховували за формулою:

$$Кв=W / Y,$$

де: W – загальна витрата води на транспірацію і випаровування (м³/га), Y – урожайність культури (т/га).

Посухостійкість нових сортів нуту визначали за такими показниками:

Індекс посухостійкості (ІП), розрахований за формулою:

$$ІП=Yd / Yw,$$

де: Yd – урожайність сорту в посушливих умовах (т/га), Yw – урожайність сорту в оптимальних умовах (т/га).

Математичну обробку одержаних результатів проводили методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу з використанням пакетів програм (Excel, Statistica 10 (2013)) [11, 12].

Протягом 2020–2024 рр. в умовах Південного Степу України спостерігалися значні коливання рівня зволоження та температурного режиму, що суттєво впливало на ріст і розвиток нуту. Середня температура вегетаційного періоду коливалася в межах 19,5–22,1°С, що є оптимальним для культури. Кількість опадів у період квітень-липень варіювала від 105 до 145 мм, що нижче багаторічної норми (~180 мм). Посушливі періоди відзначалися у червні-липні, що підкреслює необхідність добору посухостійких сортів.

Дослідження в умовах регіону дозволяють визначити найбільш адаптовані сорти нуту для вирощування в зоні нестійкого зволоження, які характеризуються високою врожайністю, посухостійкістю та стабільністю у формуванні продуктивності.

Результати досліджень. Величина коефіцієнту водоспоживання є ключовим показником, що відображає ефективність використання води за вирощування сільськогосподарських культур. Показник дозволяє оцінити обсяг води, необхідний для формування одиниці маси сухої речовини врожаю, і його використовують у плануванні зрошувальних систем, оптимізації водокористування та розробці стратегій адаптації культури/посіву до змін клімату в сільському господарстві [13-15].

Найменший рівень коефіцієнту водоспоживання (1340–1400 м³/т) та найвищу ефективність використання вологи (6,5–7,0 кг зерна/мм) продемонстрував

сорт Октавіус. Найвища врожайність за помірного водоспоживання (до 2,7–2,8 т/га) відзначена у сортів Маестро та Октавіус (табл. 1).

У середньому, на формування 1 т зерна нуту в умовах Південного Степу необхідно від 1340 до 1520 м³ води, що підтверджує його високу посухостійкість у порівнянні з іншими зернобобовими культурами.

Таким чином, найбільш ефективними за рівнями водоспоживання та продуктивності є сорти Октавіус, Маестро та Кіра, які рекомендовані оригінаторами для вирощування у посушливих регіонах.

Індекс посухостійкості є критично важливим показником при вирощуванні сільськогосподарських культур, особливо в умовах змін клімату. Він дозволяє оцінити здатність сортів та гібридів переносити тривалий дефіцит вологи, сприяє вибору найбільш адаптованих рослин для конкретного регіону та допомагає оптимізувати стратегії поливу, мінімізуючи втрати врожаю під час посухи [14 – 18].

Найвищий індекс посухостійкості (ІП = 0,86) та найкращу ефективність використання води встановлено у сорту Октавіус, що вказує на його високий рівень адаптації до посушливих умов. Сорти Маестро та Кіра також продемонстрували високу стійкість, з ІП 0,85. Сорт Лара мав найменшу посухостійкість (ІП = 0,79), що свідчить про його відносну чутливість до посухи. Сорти Бланко та Єва мають середній рівень посухостійкості, але завдяки високій якості зерна вони можуть бути перспективними для вирощування в умовах нестійкого зволоження (табл. 2).

Октавіус, Маестро та Кіра є найбільш перспективними серед досліджених сортів для вирощування у зоні нестійкого зволоження, оскільки мають високу стійкість до посухи, ефективне водоспоживання та стабільний за роками рівень врожайності.

Оптимальний вибір сорту та впровадження екологічно безпечних агротехнологій (мінімізація обробітку ґрунту, використання антистресових біопрепаратів, скорочення використання пестицидів та мінеральних добрив) можуть знизити вплив посухи на врожайність нуту.

Сорт Лара рекомендується для вирощування у більш зволожених регіонах, де ризик тривалої посухи є нижчим.

Класична технологія вирощування нуту передбачає дотримання сівозміни з оптимальними попередниками,

Таблиця 1

Водоспоживання сортів нуту та ефективність використання вологи [10, 13, 14, 17]

Сорт	Витрата води, м³/га	Урожайність, т/га	Коефіцієнт водоспоживання, м³/т	ЕВВ, кг зерна/мм
Бланко	3500–3700	2,5	1400–1480	5,8–6,2
Єва	3300–3500	2,3	1435–1520	5,5–5,8
Кіра	3600–3750	2,6	1380–1440	6,0–6,5
Лара	3400–3600	2,4	1415–1500	5,6–6,0
Маестро	3700–3850	2,7	1370–1425	6,2–6,8
Октавіус	3750–3950	2,8	1340–1400	6,5–7,0

Таблиця 2

Показники посухостійкості сортів нуту в умовах Південного Степу України у 2020–2024 рр. [10, 18-20]

Сорт	Урожайність за посухи (Yd), т/га	Урожайність за нормальних умов (Yw), т/га	Індекс посухостійкості (ІП)	Кв (м³/т)	Збереження листкової поверхні (%)
Бланко	2,0	2,5	0,80	1480	85
Єва	1,8	2,3	0,78	1520	83
Кіра	2,2	2,6	0,85	1440	88
Лара	1,9	2,4	0,79	1500	80
Маестро	2,3	2,7	0,85	1425	90
Октавіус	2,4	2,8	0,86	1400	92

Таблиця 3

Урожайність сортів нуту за класичної технології вирощування (середнє за 2020-2024 рр.) [10, 17, 20, 22]

Сорт	Рік реєстрації	Середня врожайність, т/га	Мін. врожайність, т/га	Макс. врожайність, т/га	Стійкість до посухи
Бланко	2020	2,5	2,3	2,7	Висока
Єва	2020	2,3	2,1	2,5	Висока
Кіра	2020	2,6	2,4	2,8	Висока
Лара	2020	2,4	2,2	2,6	Середня
Маестро	2022	2,7	2,5	2,9	Висока
Октавіус	2023	2,8	2,4	3,0	Висока

глибоку зяблеву оранку, ретельну підготовку ґрунту до посіву, своєчасне внесення добрив та якісний посів з дотриманням рекомендованої густоти. Важливим є контроль бур'янів, шкідників та хвороб протягом вегетаційного періоду, а також своєчасне збирання врожаю для мінімізації втрат [18 – 22].

Урожайність досліджуваних сортів значно варіювала залежно від сорту та умов року. Середні показники врожайності за класичною технологією вирощування наведені у табл. 3.

Сорти Октавіус та Маестро сформували найвищу врожайність (2,8–3,0 т/га), у них визначено найкращий серед досліджених рівень адаптації до посушливих умов. Впровадження класичної технології вирощування з дотриманням оптимальних термінів сівби та густоти посіву дозволяє підвищити продуктивність культури на 10–15%. Сорти Бланко, Єва, Кіра є перспективними для вирощування в зоні нестійкого зволоження завдяки стабільним показникам урожайності та високій посухостійкості. Дослідження [20, 21] підтвердили, що правильний вибір сорту та технологічних прийомів є ключовими факторами забезпечення успішного вирощування та отримання стабільного за роками врожаю нуту в умовах Південного Степу України.

Висновки. Сучасні сорти нуту Бланко, Єва, Кіра, Лара, Маестро, Октавіус перспективні для вирощування в регіонах з дефіцитом вологи, у тому числі в Південному Степу України. Дані сорті можуть формувати врожай за обмеженого використання пестицидів та мінеральних добрив; потребують селективних щодо утворення симбіозу азофіксаторів. Тому, широке впровадження даних сортів є основою забезпечення екологічної безпеки регіону і має значення для збалансування сівозмін. Створення та впровадження нових сортів нуту забезпечує формування рентабельного рослинництва, сталий розвиток регіону, а також зростання надходження до бюджету держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Singh K. B. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research.* 1997. 53(1-3). 161–170. URL: https://doi.org/10.1016/s0378-4290(97)00029-4
2. Comprehensive review of chickpea (*Cicer arietinum*): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications / N. Kumar et al. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2025. Vol. 24, no. 2. URL: https://doi.org/10.1111/1541-4337.70152
3. Sesame / E. S. Oplinger et al. *Alternative Field Crops Manual*. 1990. URL: https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sesame.html
4. Chemical and Protein Characterization of Two Varieties of Chickpea (*Cicer Arietinum*): Costa 2004 and El Patrón / S. Pascual-Bustamante et al. *Plants.* 2024. Vol. 13, no. 15. P. 2125. URL: https://doi.org/10.3390/plants13152125
5. Ways of ecologization of chickpea cultivation technology in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine / Y. O. Romanko et al. *Taurian Scientific Herald.* 2024. Vol. 2, no. 135. P. 61–72. URL: https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.8
6. Нут – перспективне джерело харчового білка / В. І. Січкар та ін. *Journal of Native and Alien Plant Studies.* 2023. № 19. С. 172–193. URL: https://doi.org/10.37555/2707-3114.19.2023.295154
7. Колояніді Н. О. Вплив гербіцидів та способів сівби на продуктивність нуту в умовах Південного Степу України : дис. … канд. сільськогосподарських наук: 06.01.09. Миколаїв : МНАУ, 2021. 188 с.
8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Український інститут експертизи сортів рослин. URL: https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr
9. Каталог сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту національного центру насіннєзнавства та сортовивчення / уклад. М. А. Литвиненко та ін. Одеса : СГІ – НЦНС, 2024. 135 с.
10. Насіннєва продуктивність нуту в умовах південного Степу України / Р. Вожегова, А. Влащук, М. Прищепо, А. Дробіт. *AgroONE*. 2019. URL: https://www.agroone.info/publication/nasinnieva-produktivnist-nutu-v-umovah-pivdennogo-stepu-ukraini/
11. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / В.О.Єщенко,П.Г.Копитко,В.П.Опришко,П.В.Костогриз; за ред. В. О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.
12. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів : монографія / В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікішенко, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. Херсон: Айлант, 2009. 372 с.
13. Parlikokoshko M. S., Burykina S. I. Water consumption of chickpeas by feeding systems in arid conditions of the Southern Steppe. *Taurian Scientific Herald.* 2022. No. 127. P. 110–116. URL: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.14
14. Парлікокошко М. Вплив погодних умов на водоспоживання нуту. *Grail of Science*. 2022. № 20. С. 76–79. URL: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.30.09.2022.012
15. Колоіяніді Н. О. Водоспоживання і запаси продуктивної вологи у посівах нуту. *Зрошуване землеробство.* 2019. Вип. 72. С. 25–28. URL: https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.6
16. Колояніді Н. О. Продуктивність і якість нуту за умов дефіциту вологи. *Фізіологія рослин і генетика*. 2024. Т. 56, № 6. С. 515-528. URL: https://doi.org/10.15407/frg2024.06.515
17. Сортові особливості формування якості зерна нуту в умовах Лівобережного Лісостепу України / А. В. Мельник та ін. *Аграрні інновації*. 2024. № 23. С. 123–128. URL: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.18
18. Нут і сорго – новомодні культури чи надія агронома під час посухи. *Superagronom.com.* URL: https://superagronom.com/articles/152-nut-i-sorgo--novomodni-kulturi-chi-nadiya-agronoma-pid-chas-posuhi
19. Чернік І. В., Тригуба О. В. Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – перспективна бобова культура Західного Лісостепу України. *Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology*. 2023. Т. 83, № 3-4. С. 117–126. URL: https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13
20. Парлікокошко М., Бурикіна С. Ефективність технологій вирощування нуту в залежності від

мінеральних та органо-мінеральних добрив в умовах Південного Степу України. *Молодий вчений.* 2021. № 5 (93). С. 20–26. URL: https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-4

21. Січкар В., Бушулян О. Технологія вирощування нуту в Україні. *Пропозиція.* 2008. URL: https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-viroshchuvannya-nutu-v-ukrayini
22. Пущак В. І. Продуктивність сортів нуту залежно від норм висіву в умовах західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2018. Вип. 28. С. 104-111.

REFERENCES:

1. Singh, K.B. (1997). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research, 53*(1-3), 161–170. https://doi.org/10.1016/s0378-4290(97)00029-4
2. Kumar, N. et al. (2025). Comprehensive review of chickpea (Cicer arietinum): Nutritional significance, health benefits, techno-functionalities, and food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 24*(2). https://doi.org/10.1111/1541-4337.70152
3. Oplinger, E.S. et al. (1990). Sesame. *Alternative Field Crops Manual*. https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/sesame.html
4. Pascual-Bustamante, S. et al. (2024). Chemical and Protein Characterization of Two Varieties of Chickpea (Cicer Arietinum): Costa 2004 and El Patrón. *Plants, 13*(15), 2125. https://doi.org/10.3390/plants13152125
5. Romanko, Y.O., et al. (2024). Ways of ecologization of chickpea cultivation technology in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald, 2*(135), 61–72. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.8
6. Sichkar, V.I., et al. (2023). Nut – perspektyvne dzherelo kharchovoho bilka [Chickpea – a promising source of dietary protein]. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, (19), 172–193. https://doi.org/10.37555/2707-3114.19.2023.295154 [in Ukrainian].
7. Koloianidi, N.O. (2021). Vplyv herbitsydiv ta sposobiv sivby na produktyvnist nutu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The effect of herbicides and sowing methods on chickpea productivity in the Southern Steppe of Ukraine]. *Candidate's thesis.* Mykolaiv [in Ukrainian].
8. *Ukrainskyi instytut ekspertyzy sortiv roslyn. (n.d.). Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini* [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]. https://sops.gov.ua/ua/derzavnij-reestr [in Ukrainian].
9. Lytvynenko, M.A., et al. (Ed.). (2024). *Kataloh sortiv ta hibridiv Selektsiino-henetychnoho instytutu [Catalog of Varieties and Hybrids of the Selection and Genetic Institute].* Odesa: SGI–NTSNS, 135 [in Ukrainian].
10. Vozhehova, R., Vlashchuk, A., Pryshchepo, M., & Drobit, A. (2019). Nasinneva produktyvnist nutu v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Seed productivity of chickpea in the Southern Steppe of Ukraine]. *AgroONE*. https://www.agroone.info/publication/nasinnieva-produktivnist-nutu-v-umovah-pivdennogo-stepu-ukraini/ [in Ukrainian].
11. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Basics of Scientific Research in Agronomy].* Kyiv: Diia, 288 [in Ukrainian].
12. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2009). *Dispersiinyi i koreliatsiinyi analiz rezultativ polevykh doslidiv [Dispersion and Correlation Analysis of Field Trials].* Kherson: Ailant, 372 [in Ukrainian].
13. Parlikokoshko, M.S., & Burykina, S.I. (2022). Water consumption of chickpeas by feeding systems in arid conditions. *Taurian Scientific Herald*, (127), 110–116. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.14
14. Parlikokoshko, M. (2022). Vplyv pohodnykh umov na vodospazhivannia nutu [Impact of weather conditions on chickpea water consumption]. *Grail of Science*, (20), 76–79. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.30.09.2022.012 [in Ukrainian].
15. Koloiianidi, N.O. (2019). Vodospozhyvannia i zapasy produktyvnoi volohy u posivakh nutu [Water consumption and reserves of productive moisture in chickpea crops]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, (72), 25–28. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.6 [in Ukrainian].
16. Koloiianidi, N.O. (2024). Produktyvnist i yakist nutu za umov defitsytu volohy [Productivity and quality of chickpea under moisture deficit conditions]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka – Plant physiology and genetics, 56*(6), 515–528. https://doi.org/10.15407/frg2024.06.515 [in Ukrainian].
17. Melnyk, A.V. et al. (2024). Sortovi osoblyvosti formuvannia yakosti zerna nutu v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu [Varietal features of chickpea grain quality in Left-Bank Forest-Steppe]. *Ahrarni innovatsii – Agricultural innovations*, (23), 123–128. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.18 [in Ukrainian].
18. Nut i sorho – novomodny kultury chy nadiia ahronoma pid chas posukhy [Chickpea and sorghum – trendy crops or hope for an agronomist during drought]. *Superagronom.com*. https://superagronom.com/articles/152-nut-i-sorgo--novomodni-kulturi-chi-nadiya-agronoma-pid-chas-posuhi [in Ukrainian].
19. Chernik, I.V., & Tryhuba, O.V. (2023). Nut zvychainyi (*Cicer arietinum* L.) – perspektyvna bobova kultura Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Common chickpea – promising legume of Western Forest-Steppe]. *Scientific Issue TNPU. Series: Biology, 83*(3-4), 117–126. https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.13 [in Ukrainian].
20. Parlikokoshko, M., & Burykina, S. (2021). Efektyvnist tekhnolohii vyroshchuvannia nutu v umovakh Stepu [Efficiency of chickpea growing technologies in the Steppe]. *Molodyi vchenyi – Young scientist*, (5(93)), 20–26. https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-5-93-4 [in Ukrainian].
21. Sichkar, V., & Bushulian, O. (2008). Tekhnolohiia vyroshchuvannia nutu v Ukraini [Technology of chickpea cultivation in Ukraine]. *Propozytsiia – Offer*. https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-viroshchuvannya-nutu-v-ukrayini [in Ukrainian].
22. Pushchak, V.I. (2018). Produktyvnist sortiv nutu zalezhno vid norm vysivu [Chickpea productivity depending on seeding rates]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika – Podolsk Bulletin: agriculture, technology, economics*, (28), 104–111 [in Ukrainian].

Колояніді Н.О., Зелінський Ю.А. Сучасні сорти нуту *Cicer arietinum* L. для півдня України

Мета. Аналіз сортового складу нуту, зареєстрованого в Державному реєстрі сортів рослин України за останні п'ять років, та оцінка їх врожайності за класичною технологією вирощування в умовах Півдня України. Особливу увагу приділено характеристиці посухостійкості сортів, їх продуктивності та перспективності щодо вирощування у регіонах із нестійким зволоженням. **Методи**. Польові, лабораторні, статистичні. Польові дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати**. Нові сорти нуту, зареєстровані в Україні за останні 5 років: Бланко, Єва, Кіра, Лара, Маестро, Октавіус, демонструють високу посухостійкість і придатні для вирощування в регіонах із нестійким зволоженням, особливо в Південному Степу України. Найвищу стійкість до посухи показали сорти Октавіус та Маестро, що забезпечують врожайність 2,7–3,0 т/га, навіть за дефіциту вологи. У середньому, на формування 1 т зерна нуту в умовах Південного Степу необхідно від 1340 до 1520 м³ води, що підтверджує його високу посухостійкість у порівнянні з іншими зернобобовими культурами. Сорти Октавіус, Кіра та Маестро мають найнижчий коефіцієнт водоспоживання (1340–1425 м³/т), що свідчить про ефективність їх вирощування за посушливих умов. Найвищий індекс посухостійкості 0,86 та найкращу ефективність використання води встановлено у сорту Октавіус, що вказує на його високий рівень адаптації до посушливих умов. Сорти Маестро та Кіра також продемонстрували високу стійкість з індексом посухостійкості 0,85. Сорт Лара мав найменшу посухостійкість – 0,79, що свідчить про його відносну чутливість до посухи. **Висновки**. Сучасні сорти нуту Бланко, Єва, Кіра, Лара, Маестро, Октавіус перспективні для вирощування в регіонах з дефіцитом вологи, у тому числі в Південному Степу України. Дані сорті можуть формувати врожай за обмеженого використання пестицидів та мінеральних добрив; потребують селективних щодо утворення симбіозу азофіксаторів. Тому, широке впровадження даних сортів є основою забезпечення екологічної безпеки регіону і має значення для збалансування сівозмін.

Ключові слова: нут, сорт, коефіцієнт водоспоживання, урожайність, класична технологія, посухостійкість.

Koloianidi N.O., Zelinskyi Yu.A. Modern varieties of chickpea *Cicer arietinum* L. for Southern Ukraine

Purpose. Analysis of varietal composition of chickpeas registered in the State Register of Plant Varieties of Ukraine over the last five years, and evaluation of their yield by classical growing technology in the south of Ukraine. Particular attention is paid to the characteristics of drought resistance of varieties, their productivity and prospects for cultivation in regions with unstable moisture. **Methods**. Field, laboratory, statistical. Field research was performed in accordance with modern requirements and standards of research business in agronomy and agriculture. **Results**. New varieties of chickpeas registered in Ukraine over the last 5 years: Blanco, Eve, Kira, Lara, Maestro, Octavius, show high drought resistance and are suitable for growing in regions with unstable moisture, especially in the southern steppe of Ukraine. The highest resistance to drought showed octavius and maestro varieties, which provide a yield of 2.7-3.0 t/ha, even for a lack of moisture. On average, the formation of 1 ton of chickpeas in the southern steppe conditions requires from 1340 to 1520 m³ of water, which confirms its high drought resistance compared to other legumes. Octavius, Kira and Maestro varieties have the lowest water consumption ratio (1340–1425 m³/t), which indicates the efficiency of their cultivation under arid conditions. The highest drought resistance index is 0.86 and the best efficiency of water use is installed in the Octavius variety, which indicates its high level of adaptation to arid conditions. Maestro and Kira varieties also demonstrated high resistance to the drought resistance of 0.85. The Lara variety had the lowest drought resistance – 0.79, which indicates its relative sensitivity to drought. **Conclusions**. Modern varieties of chickpeas Blanco, Eve, Kira, Lara, Maestro, Octavius are promising for growing in regions with a lack of moisture, including in the southern steppe of Ukraine. These varieties can form a crop with limited use of pesticides and mineral fertilizers; Need selective for the formation of symbiosis of nitrogen. Therefore, the widespread introduction of these varieties is the basis for ensuring the environmental safety of the region and is important for balancing crop rotations.

Key words: chickpeas, variety, water consumption, yield, classical technology, drought resistance.

УДК 582.684.1:633.88
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.50

ВПЛИВ ТЕРМІНІВ СІВБИ І ОБРОБКИ НАСІННЯ НА ФОРМУВАННЯ РОЗСАДИ ЗВІРОБОЮ ЗВИЧАЙНОГО (*HYPERICUM PERFORATUM* L.)

СЕМЕНКО М.В. – аспірант
orcid.org/0000-0002-9168-4238
Полтавський державний аграрний університет

Постановка проблеми. Розвиток інноваційних агротехнічних рішень у межах концепції сталого сільськогосподарського виробництва є визначальним чинником підвищення ефективності вирощування культур, зокрема лікарських рослин. Однією з таких є звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.), який становить значний інтерес для фармацевтичної та харчової галузей завдяки високому біологічному потенціалу. Нерівномірність урожайності та нестабільність якості дикорослих популяцій зумовлюють потребу у створенні плантаційної технології вирощування цієї культури. З огляду на зростання попиту на натуральні та органічні лікарські препарати у світі, а також активне розширення ринку екологічно чистої сировини, провідні фармацевтичні та косметичні компанії вже формують власні виробничі бази з вирощування органічного звіробою. Такий підхід є не лише вигідною стратегією у маркетинговому контексті, а й забезпечує контроль за якістю сировини завдяки замкненому циклу виробництва. В Україні наявні всі передумови для реалізації подібних ініціатив, включаючи розроблення власних інноваційних технологій вирощування лікарських рослин. З огляду на сказане, дослідження розсадної культури звіробою звичайного є актуальним та має перспективи впровадження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розсадна технологія у лікарському та ефіроолійному рослинництві є ефективним методом вирощування, що дозволяє подолати низку проблем, пов'язаних із насіннєвим розмноженням, нестачею посадкового матеріалу та забезпеченням стабільної якості сировини, пов'язаною із хімічним поліморфізмом [1-4].

Однією з головних проблем залишається дефіцит високоякісного насіння для багатьох затребуваних культур, таких як валеріана, материнка, звіробій, шавлія тощо [5]. Розсадний спосіб дозволяє скоротити потребу в насінні у 10 і більше разів, що особливо важливо на етапі інтродукції або впровадження нових сортів [6]. При цьому зменшуються витрати на посівний матеріал, що має вирішальне значення в умовах обмежених ресурсів та високої вартості насіння.

Вегетативне розмноження (живцювання, мікроклонування) активно застосовується для культур, у яких насіннєве розмноження ускладнене або неможливе [7, 8]. Вирощування розсади з контролем умов освітлення, живлення та захисту дозволяє отримати однорідний за морфологічними та біохімічними ознаками матеріал [9, 10], завдяки цьому формується сировина високої якості. В останні роки в лікарському рослинництві перейшли на виробництво вегетативно розмноженого посадкового матеріалу таких видів, як чебрець повзучий і чебрець звичайний, материнка звичайна і деяких інших видів [11,12]. На лікарських культурах також присутні дослідження, що стосуються цього питання, зокрема роботи з живцювання беладони звичайної, чебрецю повзучого, зюзника європейського [13].

Технологічно процес включає механізований посів у касети, застосування комплексних мінеральних добрив, мікроелементів, стимуляторів коренеутворення та активаторів фотосинтезу [14], а також антистресових препаратів [15, 16]. Важливим етапом є забезпечення достатньої освітленості, температурного режиму та вологості, що сприяє формуванню життєздатної кореневої системи й потужної надземної маси [17].

Скорочення терміну вирощування можливе за рахунок ефективного догляду, використання світлодіодного досвічування та перенесення рослин із теплиць на відкриті майданчики в оптимальні строки [18-20]. Для культур із тривалим періодом розвитку, таких як родіола рожева, це єдине можливе рішення. Подібні методи широко впроваджуються у виробництві касетної розсади в країнах ЄС [21].

Застосування розсади дозволяє ефективно готувати ґрунт до висадки, проводити передпосадкове очищення ділянки від бур'янів і зменшити загальну тривалість перебування культури в полі. Це особливо актуально для багаторічних культур з кореневою сировиною (валеріана, тирлич), де кожен рік утримання культури в полі потребує витрат без прибутку. Ранні терміни висадки дозволяють отримати врожай уже в перший рік [22].

Механізація висадки розсади здійснюється за допомогою спеціалізованих машин для овочівництва, які добре адаптовані до лікарських культур (меліса, чебрець, розмарин, лаванда). Перевагу варто надавати техніці з вертикальними або револьверними апаратами, що висаджують, з можливістю припосадкового поливу, який забезпечує високу приживлюваність навіть у посушливих умовах літа.

Варто зауважити, що для звіробою звичайного розсадний метод є вельми актуальним [6, 22-24], тому дослідження в цьому напрямку є перспективними, мають наукову цінність та практичне значення.

Метою наукової роботи було встановити вплив термінів сівби та ефективність застосування препаратів для вирощування розсади звіробою з метою отримання якісної розсади для подальшого плантаційного вирощування.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в 2021–2023 роках в умовах навчально-науковій лабораторії технологій захищеного ґрунту кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавського

державного аграрного університету. Вирощування розсади звіробою сортів Topas та Taubertal проводили касетним способом.

Схема досліду

Фактор А Строки сівби	Фактор Б Стимулятори росту
лютий	Контроль (без обробки)
	Вимпел-К (500 мл/т)
	Оракул насіння (1 л/т)
	Вимпел-К (500 мл/т) та Оракул насіння (1 л/т)
березень	Контроль (без обробки)
	Вимпел-К (500 мл/т)
	Оракул насіння (1 л/т)
	Вимпел-К (500 мл/т) та Оракул насіння (1 л/т)
квітень	Контроль (без обробки)
	Вимпел-К (500 мл/т)
	Оракул насіння (1 л/т)
	Вимпел-К (500 мл/т) та Оракул насіння (1 л/т)

Для цього використовували контейнери (касети), які мали 84 чарунки глибиною сім сантиметрів. Касети набивали ґрунтовою сумішшю, поливали, а потім сіяли в кожну чарунку по 20 насінин. Насіння попередньо обробляли препаратами Вимпел і Оракул насіння за схемою. Після цього зверху касети вкривали тонким шаром ґрунту. Засіяні касети виставляли на ґрунт, а зверху накривали агроволокном.

В досліді визначали: висоту стебла (мм); кількість листків (шт.); масу стебла з листям (мг); довжину листової пластинки (мм); ширину листової пластинки (мм); площу листкової поверхні за масою висічок листків (мм^2) [25].

Результати дослідження. *Вплив препаратів Вимпел-К й Оракул насіння та термінів сівби на розвиток розсади звіробою звичайного (Hypericum perforatum L.) сорту Topas.* На контрольному варіанті була найменша середня висота стебла розсади, яка становила 28,93-32,80 мм, залежно від термінів сівби. Обробка насіння препаратом Оракул насіння збільшила висоту стебла порівняно з контролем на 0,36-6,53 мм, вказуючи на ефективність цього препарату в стимуляції росту рослин. Висота стебла при обробці препаратом Вимпел-К також перевищила показники контролю на 0,96-3,75 мм, але цей вплив менш виражений порівняно з Оракул насіння. Найвищі показники висоти стебла були зафіксовані при комбінованій обробці насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння – збільшення на 1,93-8,78 мм. Результати показують, що більш ранні терміни сівби сприяють збільшенню висоти стебла розсади.

Щодо кількості листків, то у контрольному варіанті спостерігалася найменша кількість листків –7,47-9,40 шт., що знову підтвердило низький рівень розвитку рослин без застосування стимуляторів. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила кількість листків на 3,5-17,8% у порівнянні з контролем, препарат Оракул насіння покращив цей показник на 14,6-23,2%. Найбільша кількість листків була зафіксована при комбінованій обробці насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння (8,87-12,14 шт.), що у порівнянні з контролем є більшою на 15,4-29,1 %.

Аналіз залежності кількості листків від термінів сівби показав, що більш ранні терміни сівби сприяють збільшенню кількості листків на рослинах. Пізні терміни сівби, навпаки, характеризувалися меншою кількістю листків. Обробка насіння препаратом Вимпел-К також збільшила довжину листка порівняно з контролем на 0,07-0,38 мм, що свідчить про позитивний вплив цього препарату на розвиток листків. Препарат Оракул насіння збільшив довжину листка на 0,42-0,67 мм. Найбільше збільшення довжини листка спостерігалося при комбінованій обробці насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння – 0,69-1,25 мм. Щодо термінів, то найкраще себе проявили ранні терміни сівби. Щодо ширини листка, то у контрольному варіанті спостерігалася найменша ширина листка – 4,00-4,16 мм, що вказувало на недостатній розвиток листкової пластинки без стимуляторів. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила ширину листка розсади на 0,11-0,28 мм порівняно з контролем. Препарат Оракул насіння мав ще більший вплив, збільшивши ширину листка на 0,09-0,42 мм. Найбільші показники ширини листка досягалися при комбінованій обробці насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння – 4,27-4,93 мм, що перевищило контрольні показники на 0,27-0,77 мм. Щодо термінів сівби, ранні терміни сприяли збільшенню ширини листка.

Розрахунки свідчать, що найменша площа листка – 17,49-20,35 мм² спостерігалася в контролі. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила площу листка на 1,68-2,00 мм². Препарат Оракул насіння також значно покращив цей показник, збільшивши площу листка на 1,86-4,34 мм². Комбіноване застосування препаратів Вимпел-К і Оракул насіння дало найкращі результати, збільшивши площу листка на 3,60-7,87 мм². Ранні терміни сівби виявилися найбільш ефективними для збільшення площі листка.

Вплив препаратів Вимпел-К й Оракул насіння та термінів сівби на фітомасу надземної частини розсади звіробою звичайного сорту Topas демонструється на рисунку 1.

В контрольному варіанті фітомаса була найменшою – 11,64-17,38 мг. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила фітомасу на 7,1-21,6 % порівняно з контролем. Препарат Оракул насіння покращив цей показник на 2,2-37,7 %. Найбільші значення фітомаси надземної частини – 14,07-27,13 мг – досягалися при комбінованій обробці насіння обома препаратами. Залежність фітомаси від термінів сівби показала, що ранні терміни сівби сприяли кращому розвитку надземної частини рослини.

В таблиці 1 наводяться результати двофакторного дисперсійного аналізу маси надземної частини звіробою звичайного сорту Topas залежно від строків сівби насіння в пелети та застосування стимуляторів росту. Він дозволяє зробити висновок, що найкращим варіантом можна вважати сівбу в лютому. При цьому маса незалежно від застосування препаратів на 43,6 %-73,6 % достовірно

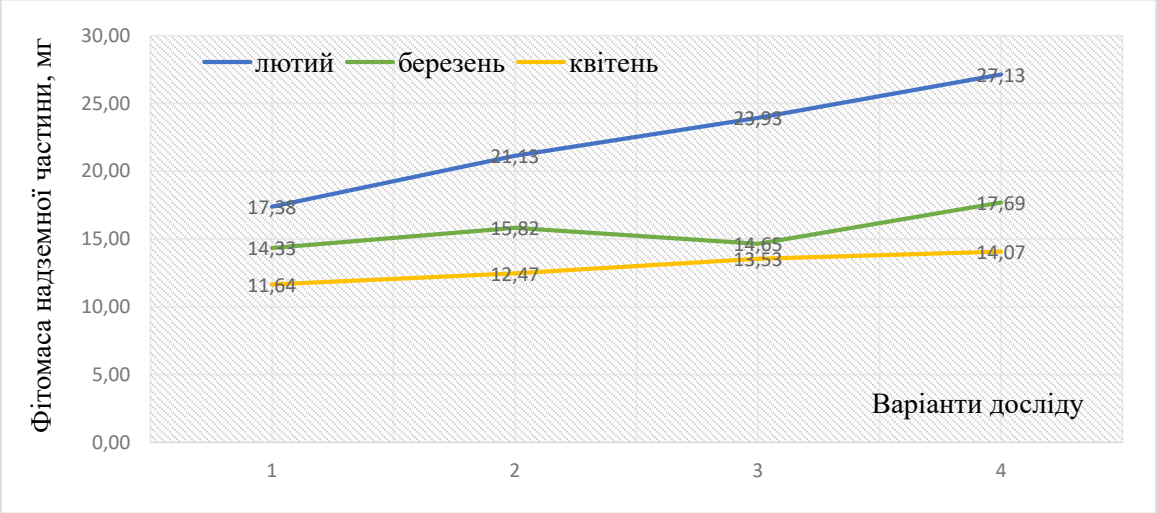


Рис. 1. Вплив препаратів та термінів сівби на фітомасу надземної частини розсади звіробою звичайного (Hypericum perforatum L.) сорту Topas, мг (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіанти: 1-контроль; 2 – обробка насіння препаратом Вимпел-К (500 мл/т); 3- обробка насіння препаратом Оракул насіння (1 л/т); 4- обробка насіння препаратом Вимпел-К (500 мл/т) та препаратом Оракул насіння (1 л/т). За розрахунками t-критерію Стьюдента різниця між варіантами $t_{теор.} > t_{факт.}$, що свідчить про достовірність результатів дослідження

перевищувала розсаду, що висівалась в березні і квітні.

Розрахунки підтверджують також, що всі стимулятори, що досліджувалися, давали позитивний доведений ефект, найбільші прирости спостерігалися при сумісному застосуванні препаратів Вимпел К та Оракул насіння незалежно від строків сівби.

Вплив препаратів Вимпел-К й Оракул насіння та термінів сівби на висоту стебла розсади звіробою звичайного (Hypericum perforatum L.) сорту Taubertal. У контрольному варіанті середня висота стебла становила 32,38-36,07 мм. Обробка препаратом Вимпел-К збільшила висоту на 0,66-3,60 мм, що свідчить про стимулюючий вплив препарату на ріст стебла. Препарат Оракул насіння продемонстрував схожі результати, з підвищенням на 1,37-6,78 мм порівняно з контролем. Найбільше зростання висоти спостерігалося при комбінованій обробці двома препаратами, де висота стебла зросла на 1,38-8,00 мм. Ранні терміни сівби виявилися найбільш ефективними для збільшення висоти стебла.

Обробка препаратів впливала на кількість листків: у контрольному варіанті їх кількість становила 7,78-10,49 шт., залежно від терміну сівби. При обробці насіння препаратом Вимпел-К кількість листків зросла на 4,5-17,1% у порівнянні з контролем, досягаючи 8,13-11,29 шт. Обробка насіння препаратом Оракул насіння забезпечила ще більший приріст: кількість листків збільшилася на 8,0-18,7%, до 8,40-12,45 шт., що свідчить про більш виражений стимулюючий вплив цього препарату на ріст рослин. Найвищий приріст кількості листків був зафіксований при комбінованому використанні двох препаратів – кількість листків збільшилася на 10,3-22,0% порівняно з контролем, досягаючи 8,58-12,80 шт.

Згідно з отриманими даними, препарати впливали на довжину листка: у контрольному варіанті рослини мали найменші значення – від 5,71 до 6,44 мм. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила цей показник на 0,12-0,65 мм, що свідчить про позитивний вплив на розвиток листків. При застосуванні препарату Оракул насіння, довжина листка зросла на 0,25-1,14 мм. Найбільше збільшення довжини листка спостерігалося при комбінованій обробці насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння – 0,34-1,36 мм. Найкраще себе проявили ранні терміни сівби.

Таблиця 1

Дисперсійний аналіз маси надземної частини (мг) розсади звіробою звичайного сорту Topas залежно від застосування стимуляторів росту та строків сівби

Фактор А – строки сівби	**Фактор Б – стимулятори росту**				**Середнє фактор А**	
	Контроль	**Вимпел-К**	**Оракул насіння**	**Вимпел К + Оракул насіння**		
Лютий	*17,38*	21,13	23,93	27,13	**22,39**	
Березень	*14,33*	15,82	14,65	17,69	**15,62**	
Квітень	*11,64*	12,47	13,53	14,07	**12,93**	**$НІР_{05}$ А=0,395**
Середнє фактор Б	**14,45**	**16,47**	**17,37**	**19,63**	**$НІР_{05}$ Б=0,456**	$НІР_{05}$ АБ=0,790

Ширина листків на контрольному варіанті була найменшою – 4,00-4,58 мм, що вказувало на недостатній розвиток листкової пластинки без стимуляторів. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила ширину листка розсади на 0,11-0,36 мм порівняно з контролем. Препарат Оракул насіння виявився ще ефективнішим, забезпечивши збільшення ширини листка на 0,20-0,55 мм. Максимальні значення ширини листка спостерігалися при комбінованій обробці препаратами Вимпел-К і Оракул насіння, де показники варіювалися від 4,33 до 5,40 мм, що перевищило контрольні дані на 0,33-0,82 мм. Ранні терміни сівби сприяли збільшенню ширини листка у порівнянні з пізніми.

Відповідно до розрахунків, у контрольному варіанті площа листка була найменшою – 17,90-23,66 мм². Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила площу листка на 1,34-4,05 мм². Препарат Оракул насіння ще більше покращив цей показник, збільшивши площу листка на 2,52-8,04 мм². Комбіноване застосування препаратів Вимпел-К і Оракул насіння дало найкращі результати, збільшивши площу листка на 3,39-10,05 мм². Ранні терміни сівби сприяли максимальному збільшенню площі листка.

Вплив препаратів Вимпел-К й Оракул насіння та термінів сівби на фітомасу надземної частини розсади звіробою звичайного сорту Taubertal демонструється на рисунку 2. Контрольний варіант мав найменшу фітомасу – 12,11-21,55 мг. Обробка насіння препаратом Вимпел-К збільшила фітомасу на 7,7-11,3% порівняно з контролем. Препарат Оракул насіння покращив цей показник на 15,1-36,6%. Найбільші значення фітомаси надземної частини – 15,33-30,69 мг (збільшення на 20,6-42,4%) – досягалися при комбінованій обробці насіння обома препаратами. Аналіз залежності фітомаси від термінів сівби показав, що ранні терміни сприяли більш активному розвитку надземної частини рослин.

В таблиці 2 наводяться результати двофакторного дисперсійного аналізу маси надземної частини звіробою звичайного сорту Taubertal залежно від строків сівби насіння та застосування стимуляторів росту. Він дозволяє зробити висновок, що найкращим варіантом можна вважати сівбу в лютому. При цьому маса незалежно від застосування препаратів на 20,9 %-91,1 % достовірно перевищувала розсаду, що висівалась в березні і квітні. Варто зауважити, що розсада, вирощена з квітня, перевищувала за показниками рослини, що вирощувалися із березня. Розрахунки підтверджують також, що всі стимулятори, що досліджувалися, давали позитивний доведений ефект, найбільші прирости спостерігалися при сумісному застосуванні препаратів Вимпел К та Оракул насіння незалежно від строків сівби.

Висновки. У результаті досліджень встановлено, що препарати Вимпел-К і Оракул насіння, окремо й у поєднанні, позитивно впливають на морфометричні показники розсади звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) сортів Topas і Taubertal. Найбільш ефективною виявилася комбінована обробка насіння обома препаратами, що забезпечувала максимальні прирости за висотою стебла, кількістю листків, розмірами листкової пластинки та фітомасою надземної частини. Збільшення висоти стебла порівняно з контролем становило до 8,78 мм, кількості листків – до 29,1 %, площі листка – до 10,05 мм², а приріст фітомаси – до 42,4 %. Ранні терміни сівби (особливо лютий) забезпечили кращий розвиток розсади за всіма досліджуваними ознаками. Це вказує на необхідність оптимізації строків сівби для максимального ефекту стимуляторів росту. Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив достовірний вплив як строків сівби, так і застосування препаратів, причому найвищі

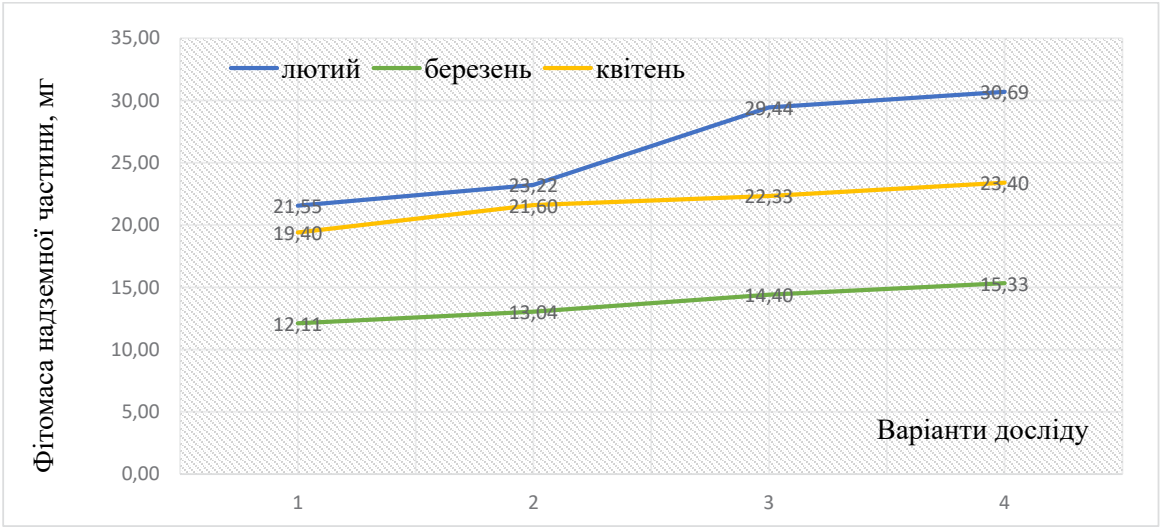


Рис. 2. Вплив препаратів та термінів сівби на фітомасу надземної частини розсади звіробою звичайного (Hypericum perforatum L.) сорту Taubertal, мг (середнє за 2021-2023 рр.)

Варіанти: 1-контроль; 2 – обробка насіння препаратом Вимпел-К (500 мл/т); 3- обробка насіння препаратом Оракул насіння (1 л/т); 4- обробка насіння препаратом Вимпел-К (500 мл/т) та препаратом Оракул насіння (1 л/т). За розрахунками t-критерію Стьюдента різниця між варіантами $t_{теор.} > t_{факт.}$, що свідчить про достовірність результатів дослідження

Таблиця 2

Дисперсійний аналіз маси надземної частини (мг) розсади звіробою звичайного сорту Taubertal залежно від застосування стимуляторів росту та строків сівби

Фактор А – строки сівби	Фактор Б – стимулятори росту				Середнє фактор А	
	Контроль	Вимпел-К	Оракул насіння	Вимпел К + Оракул насіння		
Лютий	21,55	23,22	29,44	30,69	**26,22**	
Березень	12,11	13,04	14,40	15,33	**13,72**	
Квітень	19,40	21,60	22,33	23,40	**21,68**	**$НІР_{05}$ А=0,290**
Середнє фактор Б	**17,69**	**19,29**	**22,07**	**23,14**	**$НІР_{05}$ Б=0,335**	$НІР_{05}$ АБ=0,580

показники зафіксовано при одночасному використанні Вимпел-К і Оракул насіння у лютневому посіві. Таким чином, поєднання ранніх строків сівби з комплексною передпосівною обробкою насіння є ефективною агротехнічною практикою для підвищення якості розсади звіробою звичайного, що має важливе значення для вирощування цієї культури з високими фармакологічними вимогами до сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Chizzola R., Lohwasser U., Franz C. Biodiversity within Melissa officinalis: variability of bioactive compounds in a cultivated collection. *Molecules*. 2018. Vol. 23 (2). Article number 294. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules23020294
2. Moro A., Zalacain A., de Mendoza J. H., Carmona M. Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*. 2011. Vol. 16 (5). P. 4131–4139. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules16054131
3. Najar B., Pistelli L., Ferri B., Angelini L. G., Tavarini S. Crop yield and essential oil composition of two *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a hilly area of central Italy. *Molecules*. 2021. Vol. 26 (16). Article number 5109. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules26165109
4. Поспєлов С. В., Поспєлова Г. Д. Агрокультура ехінацеї: переваги розсадного способу. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень* : матеріали IV Міжнар. наук. конф. присв. 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича (Березоточа, 13-14 черв. 2019 р.). Київ : ДСЛР ІАП НААН,2019. С. 65–71. URL: https://surl.li/dfulti
5. Furukawa H. Cultivation technology for vegetable and herb production. *Plant factory using artificial light.* Elsevier. 2019. P. 15–23. DOI: https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813973-8.00003-8
6. Поспєлов С. В., Солоп В. Я. Вирощування звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.): проблеми та шляхи їх вирішення. *Сучасні аспекти і технології у захисті рослин* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет- конф.(Полтава, 16 лют. 2021 р.). Полтава : ПДАА, 2021. С. 26. URL: https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/10775
7. Grzegorczyk-Karolak I., Kuźma Ł., Skała E., Kiss A. K. Hairy root cultures of *Salvia viridis* L. for production of polyphenolic compounds. *Industrial crops and products*. 2017. Vol. 117. P. 235–244. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.014
8. Markovska O., Svidenko L., Stetsenko I. Comparative assessment of morphometric features and agronomic characteristics of *Lavandula angustifolia* mill. and *Lavandula hybrida* rev. *Scientific Horizons*. 2020. Vol. 2 (87). P. 24–31. DOI: https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-24-31
9. Response of growth, productivity, and active constituents of *Hyssopus officinalis* to irrigation and salicylic acid foliar application / R. Fouad et all. *Egyptian Pharmaceutical Journal*. 2023. Vol. 22 (2). P. 311–323. DOI: https://doi.org/10.4103/epj.epj_2_23
10. Jamwal K., Bhattacharya S., Puri S. Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*. 2018. Vol. 9. P. 26–38. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.12.003
11. Evaluation of the antioxidant potential of in vitro propagated hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) with different plant growth regulators / E. Zayova et all. *Medicinal Plants-International Journal of Phytomedicines and Related Industries*. 2018. Vol 10 (4). P. 295–304. DOI: https://doi.org/10.5958/0975-6892.2018.00044.8 1
12. Yenkalayci A., Gunes M., Kemal G. U. L. Cultivation Possibilities of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in the Central Anatolia Region of Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*. 2021. Vol. 5 (2). P. 313–319. DOI: https://doi.org/10.46291/ispecjasvol5iss2pp313-319
13. Vladimirova I. M. Research of phenolic compounds of Lycopus Europaeus L. *Fitoterapia*. 2019. Vol. 2 (2). P. 56–56. DOI: https://doi.org/10.33617/2522-9680-2019-2-56
14. Посівні якості насіння лікарських рослин залежно від їх стратифікації / С. В. Поспєлов та ін. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. Вип. 1. С. 156–162. DOI: https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.19
15. Pryvedenyuk N. V., Shatkovskyi A. P. Productivity of common Saint-John's wort (*Hypericum perforatum* L.) by using transplant reproduction method in the conditions of drip irrigation. *Land Reclamation and Water Management*. 2021. Vol. (1). P. 153–161. DOI: https://doi.org/10.31073/mivg202101-275
16. Приведенюк Н. В., Трубка В. А., Глущенко Л. А. Продуктивність алтеї лікарської (*Althaea officinalis* L.) за використання регуляторів росту та краплинного зрошення. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 121–127. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255186
17. Radanovic D., Markovic T., Vasin J., Banjac D. The efficiency of using different mulch films in the cultivation

of yellow gentian (*Gentiana lutea* L.) in Serbia. *Ratarstvo i Povrtarstvo*. 2016. Vol. 53 (1). P. 30–37. DOI: https://doi.org/10.5937/ratpov53-9589
18. Alkurdi M. I. S., Mustafa S. S., Supuka J. Influence of Different Soil Substrates, Planting Time and Stem Cuttings Type on Vegetative Propagation and Growth Characteristics of Vitex Agnus-Castus L. *Acta Horticulturae et Regiotectuare*. 2013. Vol. 16 (1). P. 10–13. DOI: https://doi.org/10.2478/ahr-2013-0003
19. Ampong-Nyarko K. Rhodiola rosea Cultivation in Canada and Alaska. *Rhodiola rosea*. 2014. Vol. 14. Article number 125. DOI: https://doi.org/10.1201/b17903-10
20. Jarma-Orozco A., Combatt-Caballero E., Jaraba-Navas J. Growth and development of *Stevia rebaudiana* Bert., in high and low levels of radiation. *Current Plant Biology*. 2020. Vol. 22. Article number 100144. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100144
21. Hoppe B., Plescher A. Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. *Zeitschrift Für Phytotherapie*. 2016. Vol. 37 (03). P. 105–108. DOI: https://doi.org/10.1055/s-0042-109494
22. Pospielov S., Pospielova G., Semenko M. Problems of plantation growing of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *Sworld-Us Conference proceedings.* 2023. Issue 1, usc18-01. P. 58–60. DOI: https://doi.org/10.30888/2709-2267.2023- 18-01-012
23. Semenko M., Pospelov S. Technological aspects of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) cultivation. *Grail of Science*. 2022. Vol. 16. P. 160–162. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.027
24. Семенко М. В., Поспєлов С. В. *Hypericum perforatum* L. в культурі: від агроекологічних умов до фітофармакологічного профілю. *Український журнал природничих наук.* 2024. Вип. 7. С. 159–167. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.17
25. Дослідна справа в агрономії / А. О. Рожков та ін. Кн. 1: Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

REFERENCES

1. Chizzola, R., Lohwasser, U. & Franz, C. (2018). Biodiversity within Melissa officinalis: variability of bioactive compounds in a cultivated collection. *Molecules*, 23(2), 294. https://doi.org/10.3390/molecules23020294
2. Moro, A., Zalacain, A., de Mendoza, J. H., & Carmona, M. (2011). Effects of agronomic practices on volatile composition of *Hyssopus officinalis* L. essential oils. *Molecules*, 16(5), 4131-4139. https://doi.org/10.3390/molecules16054131
3. Najar, B., Pistelli, L., Ferri, B., Angelini, L. G. & Tavarini, S. (2021). Crop yield and essential oil composition of two *Thymus vulgaris* chemotypes along three years of organic cultivation in a hilly area of central Italy. *Molecules*, 26(16), 5109. https://doi.org/10.3390/molecules26165109
4. Pospielov, S.V. & Pospielova, H.D. (2019). Ahrokultura ekhinatsei: perevahy rozsadnoho sposobu [Echinacea Cultivation: Advantages of the Seedling Method]. *Likarski roslyny: tradytsii ta perspektyvy doslidzhen*: Materialy IV Mizhnar. nauk. konf. prysv. 140-richchiu z dnia narodzhennia P.I. Havsevycha (Berezotocha, 13-14 chervnia 2019 roku). DSLR IAP NAAN, 65-71 [in Ukrainian].
5. Furukawa, H. (2019). Cultivation technology for vegetable and herb production. *In Plant factory using artificial light.* Elsevier, 15-23. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813973-8.00003-8
6. Pospielov, S.V. & Solop, V.Ya. (2021). Vyroshchuvannia zviroboiu zvychainoho (*Hypericum perforatum* L.): problemy ta shliakhy yikh vyrishennia. [Growing Common St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.): Issues and Approaches to Their Resolution] *Suchasni aspekty i tekhnolohii u zakhysti roslyn*: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. internet- konf. Poltava: PDAA, 2021, 65. URL: https://dspace.pdau.edu.ua/handle/123456789/10775 [in Ukrainian].
7. Grzegorczyk-Karolak, I., Kuźma, Ł., Skała, E. & Kiss, A.K. (2018). Hairy root cultures of *Salvia viridis* L. for production of polyphenolic compounds. *Industrial crops and products*, 117, 235-244. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.014
8. Markovska, O., Svidenko, L. & Stetsenko, I. (2020). Comparative assessment of morphometric features and agronomic characteristics of *Lavandula angustifolia* mill. and *Lavandula hybrida* rev. *Scientific Horizons*, 2(87), 24-31. https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-24-31
9. Fouad, R., Fouad, H., Elsayed, S.I., Hendawy, S.F. & Omer, E.A. (2023). Response of growth, productivity, and active constituents of *Hyssopus officinalis* to irrigation and salicylic acid foliar application. *Egyptian Pharmaceutical Journal,* 22(2), 311-323. https://doi.org/10.4103/epj.epj_2_23
10. Jamwal, K., Bhattacharya, S., & Puri, S. (2018). Plant growth regulator mediated consequences of secondary metabolites in medicinal plants. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 9, 26-38. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.12.003
11. Zayova, E. et al. (2018). Evaluation of the antioxidant potential of in vitro propagated hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) with different plant growth regulators. *Medicinal Plants-International Journal of Phytomedicines and Related Industries*, 10(4), 295-304. https://doi.org/10.5958/0975-6892.2018.00044.81
12. Yenkalayci, A., Gunes, M. & Kemal, G. U. L. (2021). Cultivation Possibilities of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in the Central Anatolia Region of Turkey. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(2), 313-319. https://doi.org/10.46291/ispecjasvol5iss2pp313-319
13. Vladimirova, I. M. (2019). Research of phenolic compounds of Lycopus Europaeus L. *Fitoterapia*, 2(2), 56–56. https://doi.org/10.33617/2522-9680-2019-2-56
14. Pospielov, S.V. et.al. (2021). Posivni yakosti nasinnia likarskykh roslyn zalezhno vid yikh stratyfikatsii [Seed Quality of Medicinal Plants Depending on Stratification]. *Scientific Progress & Innovations*, (1), 156–162. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.19 [in Ukrainian].
15. Pryvedenyuk, N.V. & Shatkovskyi, A.P. (2021). Productivity of common Saint-John's wort (*Hypericum perforatum* L.) by using transplant reproduction method in the conditions of drip irrigation. *Land Reclamation and Water Management*, (1), 153-161. https://doi.org/10.31073/mivg202101-275
16. Pryvedeniuk, N.V., Trubka, V.A. & Hlushchenko, L.A. (2022). Produktyvnist altei likarskoi (*Althaea officinalis* L.) za vykorystannia rehuliatoriv rostu ta kraplynnoho zroshennia [Productivity of Medicinal Marshmallow (*Althaea officinalis* L.) under the Use of Growth Regulators and Drip Irrigation]. *Ahroekolohichnyi zhurnal*, (1), 121-127.

https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255186 [in Ukrainian].
17. Radanovic, D., Markovic, T., Vasin, J. & Banjac, D. (2016). The efficiency of using different mulch films in the cultivation of yellow gentian (*Gentiana lutea* L.) in Serbia. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 53(1), 30–37. https://doi.org/10.5937/ratpov53- 9589
18. Alkurdi, M. I. S., Mustafa, S. S. & Supuka, J. (2013). Influence of Different Soil Substrates, Planting Time and Stem Cuttings Type on Vegetative Propagation and Growth Characteristics of Vitex Agnus-Castus L. / Vplyv Rôznych Pôdnych Substrátov, Času Výsadby a Typov Stonkových Odrezkov na Vegetatívne Rozmnožovanie a Rastové Vlastnosti Vitex Agnus-Castus L. *Acta Horticulturae et Regiotectuare*, 16(1), 10–13. https://doi.org/10.2478/ahr-2013-0003
19. Ampong-Nyarko, K. (2014). Rhodiola rosea Cultivation in Canada and Alaska. Rhodiola rosea, 14, 125. https://doi.org/10.1201/b17903-10
20. Jarma-Orozco, A., Combatt-Caballero, E. & Jaraba-Navas, J. (2020). Growth and development of *Stevia rebaudiana* Bert., in high and low levels of radiation. *Current Plant Biology*, 22, 100144. https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100144
21. Hoppe, B., & Plescher, A. (2016). Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland. *Zeitschrift Für Phytotherapie*, 37(03), 105–108. https://doi.org/10.1055/s-0042-109494
22. Pospielov, S., Pospielova, G. & Semenko, M. (2023). Problems of plantation growing of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.). In *Sworld-Us Conference proceedings* (No. usc18-01, pp. 58-60). https://doi.org/10.30888/2709-2267.2023- 18-01-012
23. Semenko, M., & Pospelov, S. (2022). Technological aspects of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) cultivation. *Grail of Science*, (16), 160-162. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.17.06.2022.027
24. Semenko, M.V. & Pospielov, S.V. (2024). *Hypericum perforatum* L. v kulturi: vid ahroekolohichnykh umov do fitofarmakolohichnoho profiliu. [*Hypericum perforatum* L. in Cultivation: From Agroecological Conditions to Phytopharmacological Profile] *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk,* (7), 159-167. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.7.2024.17 [in Ukrainian].
25. Rozhkov, A.O. (Ed.) et.al. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii. Kn. 1: Teoretychni aspekty doslidnoi spravy [Experimental Practice in Agronomy. In book 1: Theoretical Aspects of Experimental Work]*. Kh.: Maidan, 316 [in Ukrainian].

Семенко М.В. Вплив термінів сівби і обробки насіння на формування розсади звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.)

Створення продуктивних плантацій звіробою звичайного (*Hypericum perforatum* L.) з використанням розсадного методу дозволить зменшити потребу в насінні, покращити однорідність та якість посадкового матеріалу. **Мета.** Встановити вплив термінів сівби та ефективність застосування препаратів для вирощування розсади звіробою; дослідити вплив обробки насіння на зростання фітомаси надземної частини звіробою звичайного. **Методи.** Касетне вирощування розсади звіробою звичайного здійснювали в умовах навчально-наукової лабораторії технологій захищеного ґрунту кафедри селекції, насінництва і генетики Полтавського державного аграрного університету. При цьому досліджували три строки сівби (лютий, березень, квітень) у поєднанні з чотирма варіантами обробки насіння: контроль (без обробки), Вимпел-К (500 мл/т), Оракул насіння (1 л/т) та їх комбінацією. Під час дослідження використовували вимірювально-вагові методи – для визначення біометричних показників та продуктивності; математично-статистичні – для встановлення достовірності дослідів. **Результати.** Доведено, усі досліджені препарати позитивно впливали на розвиток розсади звіробою порівняно з контролем. Найбільшу ефективність забезпечувала комплексна обробка насіння препаратами Вимпел-К і Оракул насіння. Зокрема, зафіксовано максимальне збільшення висоти стебла на 8,78 мм, приріст кількості листків до 29,1 %, площі листка до 10,05 мм², а фітомаси до 42,4 %. Зазначено, що найкращі результати отримано при висіві в лютому, цесвідчить про доцільність максимально раннього строку сівби у поєднанні з передпосівною стимуляцією росту. Двофакторний дисперсійний аналіз підтвердив статистично достовірний вплив обох чинників: терміну сівби та виду стимулятора на усі досліджувані морфологічні параметри. **Висновки.** Отримані результати доводять доцільність застосування ранніх строків сівби та комплексної передпосівної обробки насіння як ефективної агротехнічної практики для формування якісної розсади звіробою звичайного, що є важливим прийом для подальшого успішного плантаційного вирощування з метою отримання сировини, яка відповідатиме вимогам Державної фармакопеї України.

Ключові слова: звіробій звичайний, *Hypericum perforatum* L., лікарські рослини, агротехнології, розсадна культура.

Semenko M.V. The influence of sowing dates and seed treatment on the development of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) seedlings

The establishment of productive plantations of St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) using the transplanting method allows for a reduction in seed requirements and an improvement in the uniformity and quality of planting material. **Aim.** To determine the effect of sowing dates and the effectiveness of seed treatment products on the cultivation of St. John's wort seedlings; to investigate the impact of seed treatment on the accumulation of aboveground phytomass. **Methods.** Cassette cultivation of St. John's wort seedlings was carried out under the conditions of the educational and research laboratory for protected ground technologies at the Department of Plant Breeding, Seed Production and Genetics, Poltava State Agrarian University. The experiment included three sowing dates (February, March, and April) combined with four seed treatment variants: control (no treatment), Vympel-K (500 ml/t), Orakul Nasinnia (1 L/t), and their combination. Measurement and weighing methods were used to determine biometric and productivity indicators, while mathematical and statistical methods were applied to assess the reliability of experimental results. **Results.** All tested preparations had a positive effect on seedling development compared to the control. The highest effectiveness was observed with the combined application of Vympel-K and Orakul Nasinnia. This treatment resulted in the maximum increase in stem height by 8.78 mm, a leaf number increase of up to 29.1%, an increase in leaf area up to 10.05 mm², and aboveground phytomass by up to 42.4%. The best results were recorded

with February sowing, indicating the advantage of the earliest sowing date in combination with pre-sowing growth stimulation. A two-factor analysis of variance confirmed the statistically significant effect of both factors–sowing date and type of growth stimulant–on all studied morphological parameters. **Conclusions.** The findings confirm the relevance of using early sowing dates and combined pre-sowing seed treatments as an effective agrotechnical practice for producing high-quality St. John's wort seedlings. This is a critical technique for successful plantation cultivation aimed at obtaining raw material compliant with the requirements of the State Pharmacopoeia of Ukraine.

Key words: St. John's wort, *Hypericum perforatum* L., medicinal plants, agrotechnology, seedling cultivation.

УДК 633.521:631.5(477+100)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.51

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО: УКРАЇНА В КОНТЕКСТІ СВІТОВИХ ЗМІН

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. В умовах глобальних кліматичних змін, поглиблення дефіциту природних ресурсів та зростаючої потреби в екологічно чистій рослинній сировині перед аграрною наукою та виробництвом постає завдання переорієнтації галузі на вирощування культур, здатні забезпечувати стабільні рівні врожайності за обмеженої кількості вологи та зростання ризиків абіотичних стресів. Однією з таких перспективних культур може стати льон олійний (*Linum usitatissimum* L.), який має широкий спектр застосування – від технічної та харчової до фармацевтичної галузі.

Основними перевагами культури є висока біологічна цінність насіння, потреба високоякісної олії на зовнішніх ринках, придатність до вирощування в зонах ризикованого землеробства. Площі посівів льону в Україні в нинішній період є нестабільними, а рівні врожайності істотно коливаються за роками. У той же час у низці країн світу, зокрема в Канаді, США, Індії та Казахстані, спостерігається зростання виробничого потенціалу цієї культури, що супроводжується активним впровадженням сучасних агротехнологій та адаптованих сортів. В Україні ж ефективність вирощування льону стримується низкою чинників: нестабільністю кліматичних умов, недостатньою технологічною модернізацією та наявністю високоякісного насіння для сівби, мінерального живлення та біопрепаратів. Відсутність комплексного аналізу динаміки врожайності, глобальних і регіональних підходів, а також елементів агротехнології зумовлює необхідність наукового дослідження, спрямованого на виявлення чинників, що визначають ефективність вирощування льону олійного як в Україні, так і у світі.

Таким чином, вивчення сучасного стану, тенденцій і перспектив вирощування льону олійного, зокрема з урахуванням змін кліматичних умов, структур посівних площ, продуктивності, а також впливу елементів технології на формування урожайності є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За глобальних змін клімату, які проявляються у підвищенні середньорічної температури, зниженні кількості атмосферних опадів, зростанні частоти прояву абіотичних стресових ситуацій (особливо посух, коливань температурного режиму, ранніх весняних заморозків), постає надзвичайно актуальне завдання – впровадження до сівозмін адаптованих культур, які здатні забезпечувати стабільні рівні врожаїв за ресурсного обмеження, у тому числі вологи впродовж вегетації.

За останні десятиліття у Південному Степу України визначено чіткі кліматичні зміни, що безпосередньо впливають на ефективність ведення сільського господарства. За 2000–2024 роки визначено стабільну тенденцію підвищення температури повітря та зменшення кількості атмосферних опадів [1].

Ефективність вирощування традиційних культур, які потребують зволоження, істотно знижується. За таких умов набуває актуальності впровадження у виробництво адаптованих посухостійких культур, які здатні формувати продуктивність за умов обмеженого вологозабезпечення [2].

Однією з таких культур є льон олійний (*Linum usitatissimum L.*) – рослина помірного клімату, яка водночас проявляє високу екологічну пластичність і ефективне використання наявної кількості вологи в ґрунті. Згідно з дослідженнями українських і зарубіжних вчених, льон має відносно низький транспіраційний коефіцієнт, його можна успішно вирощувати в умовах нестійкого зволоження. За обмеженого вологозабезпечення ця культура здатна формувати стабільні рівні врожаїв [3-7].

Льон олійний є універсальною і високоцінною технічною культурою, що має багатофункціональне використання, важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, розвитку біоекономіки та аграрного сектора в умовах змін клімату. Окрім невибагливості до умов вирощування, наявності високої пластичності льон вирізняється коротким вегетаційним періодом, що дозволяє ефективно впроваджувати її в сівозміни навіть за посушливих умов Степу [8-10].

В останні роки зацікавленість до вирощування льону олійного зросла, що пов'язано з його високою цінністю. Насіння культури містить 38-45% жиру, який вирізняється унікальним хімічним складом, зокрема високим умістом поліненасичених жирних кислот, насамперед α-ліноленової (омега-3), яка є надзвичайно важливою для здоров'я людини, але не синтезується в її організмі [11-13]. Завдяки цьому лляна олія цінується як функціональний харчовий продукт і застосовується в дієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні, фармацевтиці, косметології, а також у лакофарбовій і полімерній промисловості [14, 15]. Продукти переробки льону (макуха, шрот, лляне борошно) широко використовують як високобілковий компонент у раціонах тварин і птахів, а солому льону – як сировину для виробництва технічного волокна, теплоізоляційних матеріалів та паперу [16, 17].

Льон є перспективною культурою для органічного землеробства та біоенергетики. Незначна потреба в добривах, можливість застосування біологічних засобів захисту рослин і сприятливий попередник для інших

культур вирізняють льон, як важливу культуру в ланці у біологізованих сівозмін [18- 21]. Здатність льону до ефективного засвоєння вологи з нижніх шарів ґрунту та його стійкість до ряду хвороб і шкідників дозволяє активно вирощувати його в умовах кліматичних змін, зокрема в зонах ризикованого землеробства Південного Степу України [22].

Проте поки що льон олійний поступається іншим поширеним олійним культурам за площами вирощування. Його частка в структурі посівів залишається порівняно незначною, що зумовлено передусім нижчими рівнями врожайності насіння, недостатньо відпрацьованими елементами технології та обмеженою кількістю адаптованих сортів. У ряді країн, в тому числі й Україні, льон олійний займає нішеву позицію на ринку, однак в останні роки проявляється чітка тенденція до напрощування збільшення площ.

Мета. Метою дослідження є аналіз сучасних тенденцій вирощування льону олійного в Україні та провідних країнах світу, зокрема динаміки посівних площ, урожайності та валового збору культури впродовж 2000–2023 рр., та виявлення чинників, які впливають на ефективність його виробництва. Значну увагу приділено аналізу можливостям адаптації технологій вирощування льону до змін клімату.

Результати досліджень. Упродовж останніх двох десятиліть світове виробництво льону олійного засвідчило стабільну тенденцію до зростання, що пояснюється як попитом на лляну олію, так і розвитком органічного землеробства. Аналіз даних FAOSTAT (2024) свідчить про значні коливання у динаміці посівних площ льону олійного у світі за період з 2000 по 2023 рік. У зазначений період площі під культурою зросли з 2,58 млн га у 2000 р. до максимального показника 4,53 млн га у 2022 р., після чого у 2023 р. знову зменшення до 3,09 млн га (рис. 1). Така динаміка зумовлена як економічними чинниками, так і кліматичними умовами, змінами ринкового попиту та розвитком переробної інфраструктури в окремих країнах.

Найпомітнішим зростання площ посівів льону було в Європі, яка вирізняється серед інших регіонів активною динамікою (табл. 1). Починаючи з 2010 року, площі під льоном у європейських країнах стрімко зросли з 450,3 тис. га (2010) до 2172,4 тис. га у 2022 році.

Одну з найбільш динамічних тенденцій зростання має Казахстан: площі зросли від 1,4 тис. га у 2000 році до понад 1345 тис. га у 2022 році. Таке зростання зумовлене як наявністю сприятливих кліматичних умов у північних регіонах країни, так і зовнішнім попитом на лляне насіння, зокрема країн Європи.

Канада, яка традиційно є одним із провідних світових виробників льону олійного, має значні коливання за площами – від 590,9 тис. га у 2000 р. до 311,9 тис. га у 2022 р., що свідчить про обсяги зменшення інтенсивності вирощування культури, ймовірно, через конкуренцію з іншими олійними рослинами.

Стабільно високі площі під льоном (у межах 300–600 тис. га), з характерною тенденцією до зменшення в середині 2010-х років і зростання після 2020 р. зберігає Індія. Льон в Індії залишається важливою сировиною для внутрішніх потреб та фармацевтичної промисловості.

Китай, хоча й входить до групи провідних виробників, зменшив площі під льоном з понад 497 тис. га у 2000 р. до близько 200 тис. га у 2023 р.

Україна впродовж аналізованого періоду має нерівномірну динаміку посівів. Від 20 тис. га у 2000 р. площі зростали до 66,7 тис. га у 2015 р., з подальшим зниженням та новим збільшенням у 2022–2023 рр., коли було засіяно 32,3 тис. га та 47,5 тис. га відповідно. Такі коливання пов'язані як із кліматичними змінами, так і з нестабільністю ринку льону в Україні. Водночас, посіви культури зберігають тенденцію до зростання.

У США площі під льоном зменшилися з 209 тис. га у 2000 році до лише 64,75 тис. га у 2023 році, що пов'язано з його конкурентоспроможністю порівняно з іншими олійними.

Для Аргентини також характерна нестабільна динаміка посівних площ: від найбільшого значення

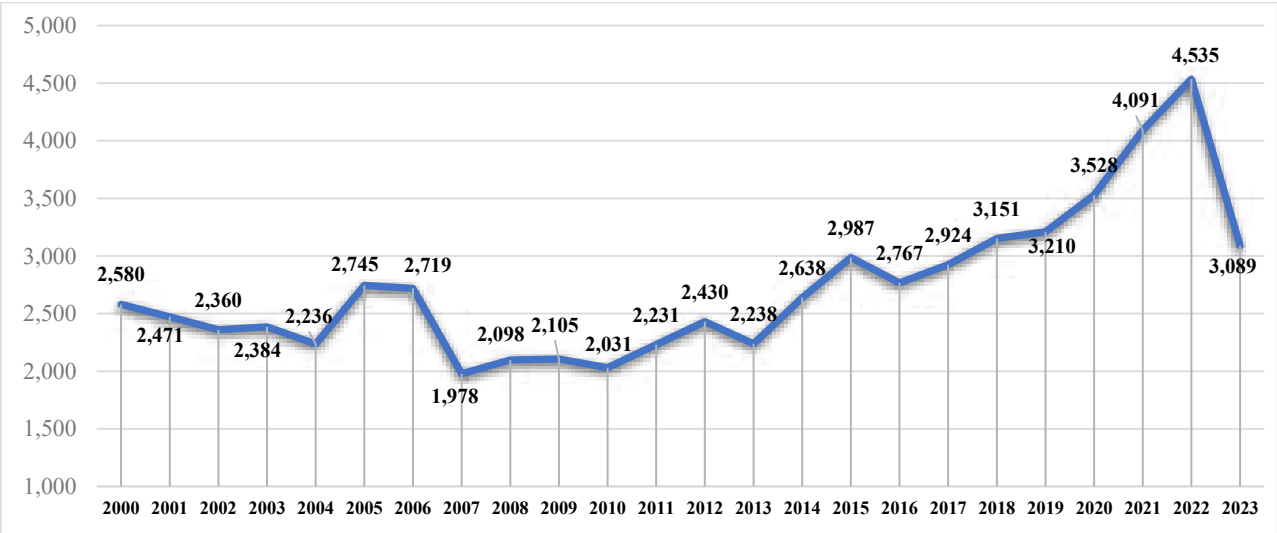


Рис. 1. Динаміка посівних площ льону олійного у світі, млн га

Таблиця 1

Динаміка площ посівів відведених під льон олійний в Україні, Європі та країнах світу, тис га

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	США	Україна
2000	67,88	461,70	593,10	1,40	590,90	497,87	209,22	20,00
2001	28,14	351,53	579,90	1,03	661,70	402,20	233,91	23,00
2002	19,54	258,42	535,80	0,64	633,40	453,00	284,50	24,73
2003	13,80	279,83	450,10	0,92	728,40	449,00	237,96	27,59
2004	28,80	271,94	476,50	1,00	518,00	500,00	206,80	14,00
2005	37,18	295,59	448,70	1,10	732,60	490,00	386,48	25,00
2006	46,69	331,49	436,80	5,10	785,20	485,00	310,40	51,40
2007	28,40	240,70	426,00	4,50	524,00	339,90	141,24	24,10
2008	9,45	277,90	468,00	12,80	625,20	337,80	137,59	19,10
2009	17,37	320,21	407,90	58,40	623,30	336,93	127,07	46,80
2010	25,60	450,26	342,00	225,20	349,20	324,40	169,16	56,30
2011	16,63	680,96	359,00	309,67	291,40	322,10	70,01	58,70
2012	14,60	724,95	323,00	369,63	358,20	317,86	135,98	52,90
2013	17,90	583,30	296,00	384,34	411,90	312,89	69,61	41,98
2014	14,70	564,20	293,07	556,15	628,90	310,00	122,22	37,60
2015	17,00	803,14	285,00	622,55	626,90	292,31	184,54	66,70
2016	13,00	901,06	298,00	633,62	341,50	287,59	148,12	68,70
2017	12,40	745,86	325,22	858,66	418,90	284,00	110,08	47,50
2018	14,25	857,08	326,18	1076,89	341,80	279,00	80,13	31,80
2019	9,05	908,65	172,71	1245,04	339,30	260,00	114,93	16,90
2020	14,25	1090,73	179,90	1342,52	371,30	250,00	119,79	14,00
2021	11,06	1641,95	174,87	1366,07	392,30	260,00	113,31	27,60
2022	16,29	2172,38	196,90	1345,16	311,90	225,00	97,93	32,30
2023	22,46	1427,68	238,73	726,10	238,50	200,00	64,75	47,50

Джерело: FAOSTAT, 2024

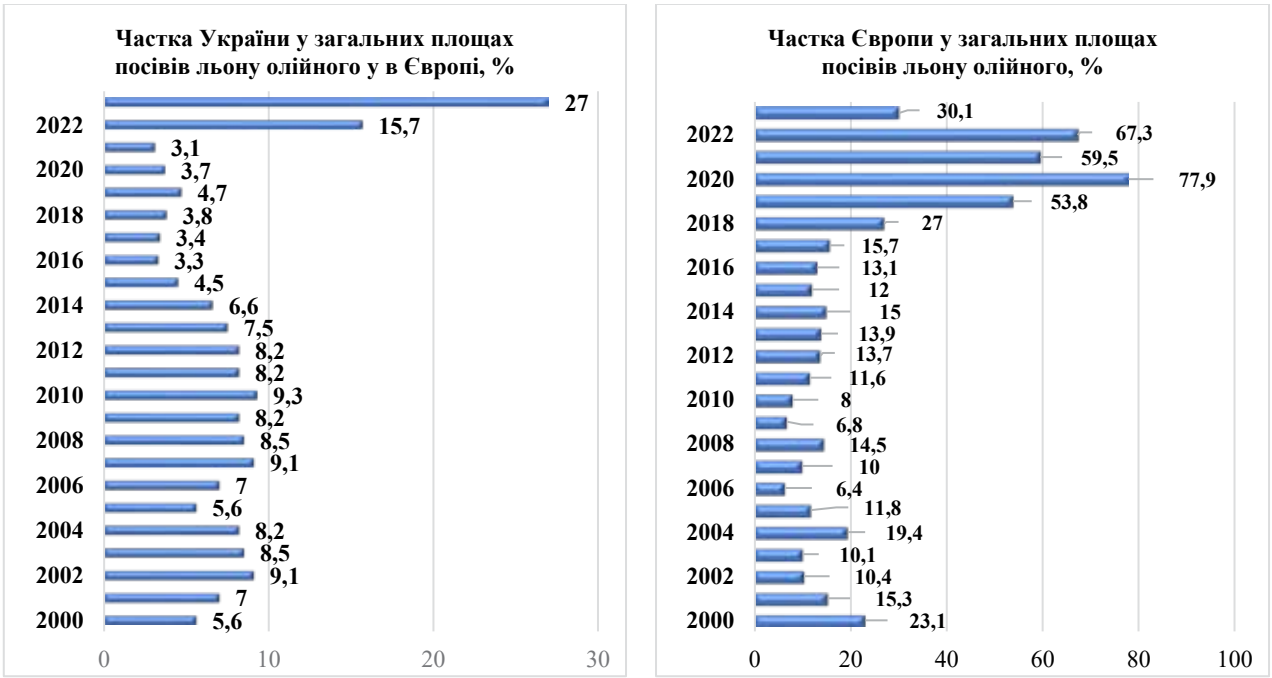


Рис. 2. Частка Європейського виробництва льону в світі та частка України у загальних площах посівів льону олійного в Європі, % : FAOSTAT, 2024

Таблиця 2

Валові збори льону олійного, тис т

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	США	Україна
2000	46,92	278,55	240,80	0,59	693,40	343,75	272,55	5,00
2001	22,30	204,16	203,50	0,8	715,00	252,65	290,97	6,40
2002	15,50	141,12	209,10	0,63	679,4	409	301,33	7,02
2003	11,25	200,60	176,70	0,79	754,40	450	267,12	8,13
2004	29,28	217,20	196,50	0,78	516,90	460	263,36	16,20
2005	36,1	283,51	169,70	1,08	990,60	47,5	500,28	28,20
2006	53,78	319,36	172,50	5,39	988,80	480	279,9	61,50
2007	34,07	201,51	167,90	5,22	633,50	268,30	149,77	11,40
2008	9,56	210,99	163,00	10,30	861,10	349,66	145,19	20,80
2009	19,51	273,99	169,20	47,65	930,10	318,14	188,55	37,30
2010	32,17	399,58	153,70	94,61	418,50	352,81	230,03	46,80
2011	21,39	656,20	147,00	273,08	398,90	358,64	141,78	51,10
2012	17,07	498,72	152,00	157,88	491,50	390,51	147,28	41,40
2013	20,43	455,88	147,00	295,02	730,70	398,81	85,25	31,92
2014	17,26	515,76	141,73	419,96	883,30	387,00	161,75	46,63
2015	20,09	728,52	155,00	491,39	943,10	399,62	256,42	76,38
2016	16,61	918,79	125,00	561,77	541,40	368,54	235,58	92,16
2017	13,58	816,64	184,25	683,34	555,10	363,00	97,59	46,14
2018	19,52	707,87	173,76	933,53	492,40	366,00	113,44	23,99
2019	9,95	785,06	99,07	1007,24	486,10	340,00	142,88	15,39
2020	19,52	954,74	12,07	1058,25	578,10	330,00	144,94	15,73
2021	12,36	1528,01	111,36	775,57	336,64	340,00	70,31	42,23
2022	29,23	1933,32	126,42	845,64	473,18	290,00	108,77	27,48
2023	25,00	1280,44	166,75	361,70	272,74	260,00	75,21	53,91

у 67,9 тис. га у 2000 р. до мінімального рівня – 9 тис. га у 2008 р., після чого є прояви поступового відновлення площ під льоном.

Аналіз валових зборів льону олійного в провідних країнах світу за даними FAOSTAT (2024) (табл. 2) свідчить про значні коливання показників виробництва цієї культури впродовж 2000-2023 рр. Ця мінливість зумовлюється як коливаннями погодних умов, так і економічними чинниками, доступністю збуту, розвитком переробної галузі та рівнем технологічного забезпечення виробництва.

Світові валові збори насіння льону олійного зросли з 1986,9 тис. т у 2000 р. до максимального показника 3978,0 тис. т у 2022 році, після чого в 2023 році відбулося значне його зменшення – до 2604,1 тис. т, що, ймовірно, пов'язане з посиленням посушливості в окремих країнах, зменшенням площ посівів та впливом попиту ринку.

Найбільшим збір насіння був у Європі, де у 2022 р. отримано 1933,3 тис. т льону олійного, що стало абсолютним рекордом за весь аналізований період. Для порівняння, у 2000 р. європейські країни зібрали лише 278,6 тис. т. Таке зростання можна пояснити збільшенням площ посівів та підвищенням урожайності насіння завдяки удосконаленню елементів технології, зокрема в країнах Центральної та Східної Європи.

Китай протягом аналізованого періоду зберігає високі і відносно сталі обсяги збору – на рівні 340–460 тис. т, із помітним зменшенням у 2022–2023 рр. до 290 та 260 тис. т відповідно. Це, очевидно, є наслідком зменшення площ посівів і конкуренції з більш прибутковими культурами.

В Україні, незважаючи на порівняно невеликі посівні площі, прослідковується зростання валових зборів з 5,0 тис. т у 2000 р. до 53,9 тис. т у 2023 р. Максимального значення досягнуто у 2016 р. – 92,2 тис. т, що пов'язано зі збільшенням площ вирощування у центральних та північних регіонах, а також зростанням попиту на органічне насіння. Проте у подальші роки відбулися істотні коливання, зумовлені як кліматичними чинниками, так і економічною нестабільністю.

Тенденція до зменшення валових зборів із 272,6 тис. т у 2000 р. до 75,2 тис. т у 2023 р. Є характерною для США, що є відображенням зменшення площ вирощування та переорієнтації фермерів на інші культури з вищою рентабельністю.

Показники середньої урожайності насіння льону олійного в різних країнах засвідчують значну варіативність, що зумовлено як агрокліматичними умовами, так і рівнем технологічного забезпечення та сортовою політикою. За даними FAOSTAT, середня врожайність льону в світі коливалася у межах 0,74–1,05 т/га, а у 2023 р. – 0,84 т/га (табл 3). Найвищі середні значення врожайності насіння впродовж аналізованого періоду досягли в США, де вона в окремі роки перевищувала 2 т/га (зокрема, 2011 р. – 2,03 т/га). Це характеризується впровадженням інтенсивних технологій вирощування, використанням високопродуктивних сортів і зрошенням.

Як традиційний лідер з виробництва лляного насіння, стабільно високими рівені урожайності зформуються в Канаді – 1,2–1,6 т/га, з максимальнми рівнями у 2013 та 2016 роках (1,77 і 1,59 т/га відповідно). Це є наслідком впровадження точного землеробства, селекції та добору сортів, адаптованих до умов короткого вегетаційного періоду.

У країнах Європи рівні врожайності мають позитивну динаміку – від 0,55–0,6 т/га на початку 2000-х до 1,02–1,09 т/га у 2016–2017 роках. У 2023 році вона залишалася на рівні 0,90 т/га, що є досить високим показником для умов континентального клімату. Сприятливі умови Північної та Центральної Європи, а також зростання попиту на льон органічний.

У Казахстані, попри стрімке зростання площ вирощування, формувались відносно нижчі рівні урожайності – 0,42–1,16 т/га, з поступовим зниженням до 0,50 т/га у 2023 р. Це свідчить про потребу в адаптації сортів до посушливості клімату та підходів до елементів технології.

Водночас для України спостерігаємо стійку тенденцію до підвищення врожайності льону олійного (рис. 3). Це зумовлено удосконаленням елементів технології, впровадженням більш продуктивних сортів та підвищенням попиту на насіння цієї культури. Разом з тим значні коливання в рівнях урожайності потребує подальшого удосконалення технологій вирощування, адаптації до кліматичних змін та розробки раціонального застосування добрив та біопрепаратів.

Урожайність льону олійного в Україні упродовж останніх двох десятиліть зазнавала істотних коливань, що свідчить про високу чутливість цієї культури до агрокліматичних умов, рівня технологічного забезпечення та добору сортів. За офіційними даними FAOSTAT, у 2000–2003 роках урожайність залишалася вкрай низькою – 0,25–0,29 т/га, що характеризує переважно екстенсивний характер вирощування на фоні недостатнього застосування добрив і наявності адаптованих сортів.

Значне зростання рівнів урожайності відбулося у 2004–2006 роках, коли вони перевищили 1,1 т/га, досягнувши 1,20 т/га у 2006 р. Водночас у 2007 році урожайність знову знизилася до 0,47 т/га, що, ймовірно, було наслідком значної посушливості та недотримання елементів технологій вирощування.

Наступне десятиліття (2008–2018) характеризувалось коливаннями врожайності в межах 0,75–1,24 т/га, з максимумом у 2014 р. (1,24 т/га). В окремі роки (2008, 2010, 2015, 2016) отримували врожайність понад 1 т/га, що свідчить про прояв потенціалу культури в умовах достатнього вологозабезпечення та за умови застосування сучасних елементів технології. Проте нестабільність урожайності у цей період (наприклад, 2017 – 0,97 т/га, 2018 – 0,75 т/га) вказує на вплив несприятливих погодних факторів і можливі порушення в технологічному процесі. Найвищою врожайність за весь період аналізу сформована у 2021 році – 1,53 т/га,

Таблиця 3

Порівняльна оцінка врожайності насіння льону в Україні, Європі та країнах світу (за даними FAOSTAT, 2024), т/га

Рік	Аргентина	Європа	Індія	Казахстан	Канада	Китай	Світ	США	Україна
2000	0,69	0,60	0,41	0,42	1,17	0,69	0,77	1,30	0,25
2001	0,79	0,58	0,35	0,78	1,08	0,63	0,74	1,24	0,28
2002	0,79	0,55	0,39	0,98	1,07	0,90	0,79	1,06	0,28
2003	0,82	0,72	0,39	0,86	1,04	1,00	0,84	1,12	0,29
2004	1,02	0,80	0,41	0,78	1,00	0,92	0,83	1,27	1,16
2005	0,97	0,96	0,38	0,98	1,35	0,97	0,98	1,29	1,13
2006	1,15	0,96	0,39	1,06	1,26	0,99	0,92	0,90	1,20
2007	1,20	0,84	0,39	1,16	1,21	0,79	0,84	1,06	0,47
2008	1,01	0,76	0,35	0,80	1,38	1,04	0,95	1,06	1,09
2009	1,12	0,86	0,41	0,82	1,49	0,94	1,03	1,48	0,80
2010	1,26	0,89	0,45	0,42	1,20	1,09	0,89	1,36	0,83
2011	1,29	0,96	0,41	0,88	1,37	1,11	0,97	2,03	0,87
2012	1,17	0,69	0,47	0,43	1,37	1,23	0,83	1,08	0,78
2013	1,14	0,78	0,50	0,77	1,77	1,27	1,02	1,22	0,76
2014	1,17	0,91	0,48	0,76	1,40	1,25	1,01	1,32	1,24
2015	1,18	0,91	0,54	0,79	1,50	1,37	1,05	1,39	1,15
2016	1,28	1,02	0,42	0,89	1,59	1,28	1,05	1,59	1,34
2017	1,09	1,09	0,57	0,80	1,33	1,28	0,98	0,89	0,97
2018	1,37	0,83	0,53	0,87	1,44	1,31	0,95	1,42	0,75
2019	1,10	0,86	0,57	0,81	1,43	1,31	0,96	1,24	0,91
2020	1,37	0,88	0,67	0,79	1,56	1,32	0,96	1,21	1,12
2021	1,12	0,93	0,64	0,57	0,86	1,31	0,81	0,62	1,53
2022	1,80	0,89	0,64	0,63	1,52	1,29	0,88	1,11	0,85
2023	1,11	0,90	0,70	0,50	1,14	1,30	0,84	1,16	1,13

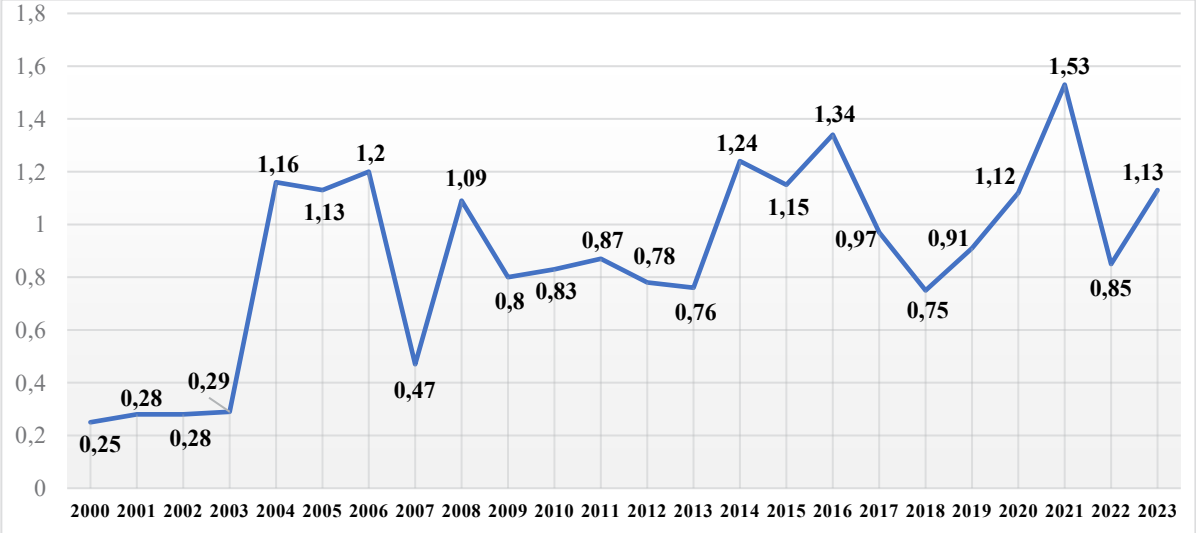


Рис. 3. Врожайність льону олійного в Україні (за даними FAOSTAT, 2024), т/га

що є підтвердженням досягнення сучасними господарствами високого рівня агротехніки та адаптації сортів до регіональних умов. У 2022 році урожайність знизилася до 0,85 т/га, однак у 2023 році знову зросла до 1,13 т/га, що свідчить про збереження позитивного підходу до елементів оптимізації вирощування культури.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку виробництва льону олійного у світі засвідчують його зростаюче значення як високорентабельної, екологічно привабливої та стратегічно важливої культури. Для України це створює нові можливості як у напрямі традиційного землеробства, так і в органічному виробництві.

Висновки. Світове виробництво льону олійного характеризує зростання його площ, що зумовлено попитом на омега-3 жирні кислоти та розвитком органічного землеробства. Найактивніше площі під посівами збільшують Європа та Казахстан, тоді як Канада й США зменшують внаслідок конкуренції з іншими культурами. Україна має позитивну тенденцію у збільшенні як площ посівів, так і врожайності насіння льону олійного. Незважаючи на значну варіабельність показників, прослідковується загальний прогрес, зумовлений удосконаленням технологій вирощування, впровадженням нових сортів і зростанням зацікавленості до органічного виробництва.

Виробничі результати залежать від регіональних умов. Найвищу врожайність насіння отримують в США, Канаді та окремих європейських країнах, де активно впроваджуються сучасні агротехнології. Водночас, у ряді країн з екстенсивним підходом до вирощування, зокрема в Індії, урожайність залишається на низькому рівні. Україна, попри менші обсяги виробництва, має потенціал стати конкурентоспроможним виробником насіння льону олійного, особливо в напрямі нарощування органічної продукції. Для цього необхідно адаптувати вирощування до кліматичних змін, удосконалити агротехнічні заходи, впроваджувати ресурсоощадні технології та розвивати логістику і переробну інфраструктуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2023. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/ (дата звернення: 24.07.2024).
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. 2021. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/ (дата звернення: 24.07.2024).
3. Flax fiber and its composites: An overview of water and moisture absorption impact on their performance / Moudood A., Rahman A., Öchsner A., Islam M., Francucci G. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 2019. № 38(7). С. 323-339. https://doi.org/10.1177/0731684418818893
4. Heller K., Byczyńska M. The impact of environmental factors and applied agronomy on quantitative and qualitative traits of flax fiber. *Journal of natural fibers*. 2015. № 12(1). С. 26-38. https://doi.org/10.1080/15440478.2013.879088
5. 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.
6. Товстановська Т. Г., Полякова І. О. Агробіологічні особливості вирощування льону олійного в Україні. *Агроном.* 2007. № 1(15). С. 156-157
7. Рудік О. Л. Формування урожаю льону олійного залежно від терміну посіву та норми висіву в зоні сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник.* 2016. № 95. С. 79-86.
8. Рудік О. Л., Онуфран Л. І. Ресурсоощадні технології вирощування льону олійного в системі адаптації до кліматичних змін зони недостатнього зволоження. Chapter 11. Publishing House “Baltija Publishing”, 2021. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-11
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. Чехова І. Світові тенденції розвитку ринку олійних культур. *Економічний дискурс*. 2020. Вип. 3. С. 54–62. https://doi.org/10.36742/2410-0919-2020-3-6
11. Flaxseed as a source of functional ingredients / Rubilar M., Gutiérrez C., Verdugo M., Shene C., Sineiro J. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2010. 10(3). P. 373–377. DOI:10.4067/S0718-95162010000100010
12. Насіння льону як рецептурний компонент хлібобулочних виробів / Бондаренко Ю. В., Білик О. А., Кочубей-Литвиненко О. В., Андронович Г. М. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020.№26(4).С.178-189.DOI:10.24263/2225-2924-2020-26-4-20
13. Онопрієнко О. В., Онопрієнко О. М. Інновації у харчових технологіях. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Черкаси, 3–4 листопада 2022 р.). Черкаси :ЧДТУ, 2022. С. 138–142.
14. Горач О. О. Інноваційні напрями використання насіння льону олійного та екологічна безпека харчової продукції. *Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в XXI столітті* : колективна монографія. Львів-Торунь : Ліга-Прес, 2021. Ч. 2. С. 593–620.
15. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food / Goyal A., Sharma V., Upadhyay N., Gill S., Sihag M. *Journal of Food Science and Technology*. 2014. 51(9). P. 1633–1653. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9
16. Алієв Е. Б., Алієва О. Ю., Малєгін Р. Д. Технікотехнологічне забезпечення комплексної безвідходної переробки рослинної сировини олійних культур у корми для органічного тваринництва. *Наукові горизонти*. 2020. № 7(92). С. 112–119. https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119.
17. Дяченко Л. С., Бомко В. С., Сивик Т. Л. Основи технології комбікормового виробництва: навч. посібник. Біла Церква, 2015. 306 с.
18. Шепель А. В., Чернишова Є. О. Льон олійний як попередник круп'яних культур у проміжних посівах в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 80. С. 166-170.
19. Льон олійний, гірчиця. Стратегія виробництва олійної сировини в Україні (малопоширені культури) : монографія / І. А. Шевченко, В. О. Лях, О. І. Поляков, А. І. Сорока, К. В. Ведмедєва, В. М. Журавель, Ю. О. Махно, Т. Г. Товстановська, Г. І. Буділка ; Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України. Запоріжжя : СТАТУС, 2017. 44 с.
20. Полякова І. О., Товстяновська Т. Г. Агробіологічні особливості вирощування льону олійного в Україні. *Агроном.* 2007. № 1. С. 156–157.
21. Прокопенко Е. В., Прокопенко Н. А. Агроекологічні особливості росту льону олійного. The 12th International scientific and practical conference "Modern research in science and education", (July 25-27, 2024). BoScience Publisher, Chicago, USA, 2024. С. 8-12.
22. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги південного регіону України в повоєнний період / Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Climate-smart agriculture: science and practice : Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. С. 361–394.

REFERENCES

1. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
2. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
3. Moudood, A., Rahman, A., Öchsner, A., Islam, M., & Francucci, G. (2019). Flax fiber and its composites: An overview of water and moisture absorption impact on their performance. *Journal of Reinforced Plastics and Composites, 38*(7), 323–339. https://doi.org/10.1177/0731684418818893
4. Heller, K., & Byczyńska, M. (2015). The impact of environmental factors and applied agronomy on quantitative and qualitative traits of flax fiber. *Journal of Natural Fibers, 12*(1), 26–38. https://doi.org/10.1080/15440478.2013.879088
5. Hamaiunova, V.V., & Zadyrko, R.V. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta resursooshchadnoho zhyvlennia na vodospozhyvannia lonu oliinoho v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Effect of seed treatment and resource-saving fertilization on water consumption of oil flax in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 22, 186–192. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.29 [in Ukrainian].
6. Tovstanovska, T.H., & Polyakova, I.O. (2007). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia lonu oliinoho v Ukraini [Agrobiological features of oil flax cultivation in Ukraine]. *Ahronom*, *(1)*, 156–157 [in Ukrainian].
7. Rudyk, O.L. (2016). Formuvannia urozhaiu lonu oliinoho zalezhno vid terminu posivu ta normy vysivu v zoni sukhoho Stepu Ukrainy [Formation of oil flax yield depending on sowing time and seeding rate in the dry Steppe zone of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, *(95)*, 79–86 [in Ukrainian].
8. Rudyk, O.L., & Onufran, L.I. (2021). Resursooshchadni tekhnolohii vyroshchuvannia lonu oliinoho v systemi adaptatsii do klimatychnykh zmin zony nedostatnoho zvolozhennia [Resource-saving technologies of oil flax cultivation under adaptation to climate change in the insufficient moisture zone]. *Climate-smart agriculture* (Chap. 11). Baltija Publishing. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-11 [in Ukrainian].
9. Vozhehova, R., Borovyk, V., & Konovalova, V. (2020). Urozhainist i iakist nasinnia sortiv lonu oliinoho v Pivdennomu Stepu Ukrainy zalezhno vid riznykh umov vyroshchuvannia [Yield and quality of oil flax seeds in the Southern Steppe of Ukraine depending on various growing conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, *98*(3), 82–87 https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202003-12 [in Ukrainian].
10. Chekhova, I. (2020). Svitovi tendentsii rozvytku rynku oliinykh kultur [Global trends in the oil crops market]. *Ekonomichnyi dyskurs*, *3*, 54–62. https://doi.org/10.36742/2410-0919-2020-3-6 [in Ukrainian].
11. Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., & Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 10*(3), 373–377. https://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010
12. Bondarenko, Y.V., Bilyk, O.A., Kochubei-Lytvynenko, O.V., & Andronovych, H.M. (2020). Nasinia l'onu yak retsepturnyi komponent khlibobulochnykh

vyrobiv [Flaxseed as a formulation component of bakery products]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii, 26*(4), 178–189. https://doi.org/10.24263/2225-2924-2020-26-4-20 [in Ukrainian].
13. Onopriienko, O.V., & Onopriienko, O.M. (2022). Innovatsii u kharchovykh tekhnolohiiakh [Innovations in food technologies]. *Intehratsiini ta innovatsiini napriamy rozvytku kharchovoi industrii,* pp. 138–142. Cherkasy: ChDTU [in Ukrainian].
14. Horach, O.O. (2021). Innovatsiini napriamy vykorystannia nasinnia l'onu oliinoho ta ekolohichna bezpeka kharchovoi produktsii [Innovative directions of flaxseed use and food safety]. *Formuvannia novoi paradyhmy rozvytku ahropromyslovoho sektoru v XXI stolitti,* Part 2, pp. 593–620. Lviv–Torun: Liha-Press [in Ukrainian].
15. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology, 51*(9), 1633–1653. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9
16. Aliiev, E.B., Aliieva, O.Yu., & Malehin, R.D. (2020). Tekhniko-tekhnolohichne zabezpechennia kompleksnoi bezvidkhidnoi pererobky roslynnoi syrovyny oliinykh kultur u kormy dlia orhanichnoho tvarynnytstva [Technical and technological support of complex non-waste processing of oilseed raw materials into feed for organic livestock]. *Naukovi horyzonty, 7*(92), 112–119. https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-112-119 [in Ukrainian].
17. Diachenko, L.S., Bomko, V.S., & Syvyk, T.L. (2015). *Osnovy tekhnolohii kombikormovoho vyrobnytstva [Fundamentals of feed production technology].* Bila Tserkva, 306 [in Ukrainian].
18. Shepel, A.V., & Chernyshova, Ye.O. (2012). Lon oliinyi yak poperednyk krup'ianykh kultur u promizhnykh posivakh v umovakh pivdnia Ukrainy [Oil flax as a predecessor of groat crops in intermediate sowings in southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 80, 166–170 [in Ukrainian].
19. Shevchenko, I.A., Liakh, V.O., Poliakov, O.I., Soroka, A.I., Vedmedieva, K.V., Zhuravel, V.M., Makhno, Yu.O., Tovstanovska, T.H., & Budilka, H.I. (2017). *Lon oliinyi, hirchytsia. Stratehiia vyrobnytstva oliinoi syrovyny v Ukraini (maloposhyreni kultury)* [Oil flax, mustard. Strategy for production of oil raw materials in Ukraine (minor crops)]. Zaporizhzhia: STATUS, 44 [in Ukrainian].
20. Polyakova, I.O., & Tovstanovska, T.H. (2007). Ahrobiolohichni osoblyvosti vyroshchuvannia l'onu oliinoho v Ukraini [Agrobiological features of oil flax cultivation in Ukraine]. *Ahronom*, 1, 156–157 [in Ukrainian].
21. Prokopenko, E.V., & Prokopenko, N.A. (2024). Ahroekolohichni osoblyvosti rostu l'onu oliinoho [Agroecological features of oil flax growth]. *Modern research in science and education: Proceedings of the 12th International scientific and practical conference,* pp. 8–12. BoScience Publisher, Chicago, USA [in Ukrainian].
22. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., & Pylypenko, T.V. (2023). Sivozmina yak zakhid resursozashchadzhennia ta ekolohichnoi rivnovahy pivdennoho rehionu Ukrainy v povoiiennyi period [Crop rotation as a measure of resource saving and environmental balance in the post-war period of southern Ukraine]. *Climate-smart agriculture: science and practice,* pp. 361–394. Riga, Latvia: Baltija Publishing [in Ukrainian].

Зелінський Ю.А. Аналіз сучасного стану та перспектив вирощування льону олійного: Україна в контексті світових змін

Метою дослідження є узагальнення змін у структурі виробництва льону олійного у провідних країнах світу, виявлення регіональних особливостей динаміки площ та врожайності, а також аналіз факторів, що визначають ці процеси, з урахуванням кліматичних, економічних та технологічних умов. Особливу увагу приділено ситуації в Україні, яка, попри нестабільну динаміку, демонструє зростання виробничого потенціалу цієї культури. **Методика.** У статті здійснено комплексний аналіз сучасних тенденцій виробництва льону олійного у глобальному та національному вимірах у період з 2000 по 2023 рік. **Результати.** У статті наведено дані FAOSTAT, що ілюструють коливання світових площ під льоном – від 2,58 млн га у 2000 р. до 4,53 млн га у 2022 р., із подальшим зменшенням у 2023 р. Аналіз посівів за регіонами показує, що найбільше зростання фіксується в Європі, де за останнє десятиліття площі зросли більш ніж у п'ять разів. Значне нарощування також спостерігається у Казахстані, тоді як Канада, Китай і США демонструють зниження або коливання посівних площ. Україна вирізняється нестабільною динамікою, однак із позитивною тенденцією до збільшення посівів і валових зборів у 2022–2023 роках. Щодо показників урожайності, у статті підкреслюється, що вони варіюють від 0,35–0,70 т/га (Індія) до понад 2 т/га (США). Середня світова урожайність у 2023 році становила 0,84 т/га. Найвищі врожаї спостерігаються в країнах з розвиненою агротехнологічною базою – США, Канада, європейські держави. В Україні за останні 20 років урожайність істотно зросла – від 0,25 т/га на початку 2000-х до 1,13 т/га у 2023 р., із піком у 2021 році (1,53 т/га). Це пов'язано з упровадженням нових сортів, покращенням агротехніки та підвищеним інтересом до органічного виробництва. **Висновки.** зазначено, що льон олійний має значний аграрний та економічний потенціал і посідає важливе місце в системах сталого землеробства. Його виробництво вимагає адаптації до кліматичних змін, застосування точного землеробства, покращення сортової політики та розвитку переробної інфраструктури. Для України ця культура є перспективною як у традиційних, так і в органічних технологіях, що відкриває нові можливості для розширення експорту та задоволення внутрішнього попиту.

Ключові слова: льон олійний, площі посіву, урожайність, валові збори, агрокліматичні умови, органічне землеробство, світові тенденції, FAOSTAT.

Zelinskyi Yu.A. Analysis of the Current State and Prospects for Oil Flax Cultivation: Ukraine in the Context of Global Changes

The purpose of the study is to summarize the changes in the structure of oil flax production in leading countries worldwide, to identify regional characteristics of the dynamics of cultivated areas and yields, and to analyze the factors that determine these processes, considering climatic, economic, and technological conditions. Particular attention is paid to the situation in Ukraine, which, despite unstable dynamics, demonstrates growing production potential for this crop. **Methodology.** The article presents a comprehensive analysis of current trends in oil flax production at both global and national levels during the period from 2000 to 2023. **Results.** The article presents FAOSTAT data illustrating the fluctuations in global oil flax cultivation areas,

from 2.58 million hectares in 2000 to 4.53 million hectares in 2022, followed by a decrease in 2023. A regional breakdown shows that the most significant growth occurred in Europe, where the sown area increased more than fivefold over the past decade. Kazakhstan also showed considerable expansion, while Canada, China, and the United States displayed declines or fluctuations in cultivation areas. Ukraine is characterized by unstable dynamics but with a positive trend toward increased sowing and gross harvests in 2022–2023. Regarding yield indicators, the article emphasizes the variation from 0.35–0.70 t/ha (India) to over 2 t/ha (USA). The global average yield in 2023 was 0.84 t/ha. The highest yields were observed in countries with advanced agro-technological infrastructure, such as the USA, Canada, and European nations. In Ukraine, yields have significantly improved over the past 20 years, from 0.25 t/ha in the early 2000s to 1.13 t/ha in 2023, with a peak of 1.53 t/ha in 2021. This growth is attributed to the introduction of new varieties, improved agricultural practices, and growing interest in organic production. **Conclusions.** The article concludes that oil flax has considerable agronomic and economic potential and plays a significant role in sustainable farming systems. Its production requires adaptation to climate change, implementation of precision agriculture, improvement of varietal policies, and development of processing infrastructure. For Ukraine, oil flax is a promising crop for both conventional and organic production systems, opening new opportunities for export expansion and meeting domestic demand.

Key words: oil flax, cultivated area, yield, gross harvest, agro-climatic conditions, organic farming, global trends, FAOSTAT.

УДК 633.854.78:631.52:632.954
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.52

ЗАСТОСУВАННЯ ПІСЛЯСХОДОВИХ ГЕРБІЦИДІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН СОНЯШНИКА

ТИЩЕНКО А.В. – доктор с.-г. наук, старший дослідник
https://orcid.org/0000-0003-1918-6223
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
РОДІОНОВ А.В. – аспірант
orcid.org/0009-0003-3229-1690
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Соняшник (*Helianthus annuus*) є однією з основних олійних культур як у світі [1], так і в Україні. В Україні соняшник є основною культурою та серед олійних займає 70% посівної площі від їх складу та 85% валового збору. Висока вартість насіння соняшника та його експортоорієнтовність спонукає агровиробників в Україні до вирощування цієї високорентабельної культури [2, 8]. Проте дослідження науковців вказують на те, що засмічення бур'янами посівів [3] призводить до суттєвого скорочення біомаси соняшнику, а втрати врожаю можуть сягати до 85% [6]. при чому рівень втрат залежить як від видового складу бур'янів та їх чисельності, так і тривалості конкуренції. Враховуючи високу конкуренту здатність і шкідливість бур'янів обумовлює необхідність боротьби з ними для створення оптимальних умов росту рослин [4, 7].

На сьогодні в Україні соняшник вирощується за трьома післясходовими системами захисту від бур'янів: класична з використанням гербіциду з діючою речовиною (д.р.) галауксифен-метил, 68,5 г/л; Sumo – гербіциди з д.р. трибенурон-метил, 750 г/кг або трибенурон-метил, 562,5 г/кг + тифенсульфурон-метил, 187,5 г/кг; Clearfiald – д.р. імазамокс (33 г/л) + імазапір (15 г/л), чи імазамокс (40 г/л) або Clearfiald Plus – д.р. імазамокс (16,5 г/л) + імазапір (7,5 г/л), чи імазамокс (25 г/л).

Тому метою дослідження було визначення впливу та ефективності застосування післясходових гербіцидів з д.р. трибенурон-метил, 750 г/кг та д.р. імазамокс (33 г/л) + імазапір (15 г/л) на ступінь засміченості посівів та врожайність насіння соняшника в умовах Півдня України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2022-2024 рр. на полях ФГ «Плакущенко В.В.», що знаходиться на території Одеської області Великомихайлівського району в с. Гребеники.

Метод закладки польового досліду – розщеплені ділянки, головні ділянки 1). (Контроль (без внесення гербіциду); застосування післясходового гербіциду з діючою речовиною (д.р.): 2). д.р. трибенурон-метил 750 г/кг, нормою 35 г/га, 3). д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л), нормою 1,1 л/га; 4). Ручна прополка. Посів широкорядний з міжряддям 70 см. Площа посівної ділянки – 60 м^2, облікової – 50 м^2, в чотирьох повторностях. Обробку гербіцидами проводили ранцевим оприскувачем. Видовий склад та чисельність бур'янів визначали кількісним методом за допомогою облікових площадок (1 м^2), три заміра в кожній повторності [5].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили AgroSTAT, XLSTAT, Statistica (v. 13).

Результати досліджень. На ріст та розвиток рослин соняшника забур'яненість негативно впливає не тільки на ранніх етапах розвитку, коли рослини ростуть й розвиваються повільно, але і на протязі усього вегетаційного періоду, що негативно впливає на урожайність культури. При обстеженні посівів соняшника (5-6-й лист), перед внесенням післясходових гербіцидів, кількість бур'янів становила: *Ambrósia artemisiifólia* – 2,5 шт/м^2, *Xanthium strumarium* – 1,1, *Amaranthus* spp. – 1,5, *Chenopodium* spp. – 3,0, *Abutilon theophrasti* Medik. – 1,0, *Convolvulus arvensis* – 0,8, *Setaria* spp. – 2,0, падалиця озимого ячменю – 1,5 шт/м^2 (табл. 1).

При обстеженні посівів через два тижні після внесення післясходових гербіцидів кількість бур'янів на контрольному варіанті (без застосування післясходового гербіциду) становила: *Ambrósia artemisiifólia* – 2,7 шт/м^2, *Xanthium strumarium* – 0,9, *Amaranthus* spp. – 1,6, *Chenopodium* spp. – 2,7, *Abutilon theophrasti* Medik. – 1,0, *Convolvulus arvensis* – 0,9, *Setaria* spp. – 2,3, падалиця озимого ячменю – 1,5 шт/м^2. При застосуванні гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) кількість нетреби звичайної було 0,1 і берізки польової – 0,2 шт/м^2, тоді як при використанні трибенурон-метил (750 г/кг) кількість бур'янів була більшою на 0,2 шт/м^2. Натомість, при застосуванні трибенурон-метил (750 г/кг) кількість лободи (види) була меншою на 0,5, а канатника Теофраста на 0,2 шт/м^2, ніж при використання гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л). Що стосується злакових бур'янів, в нашому випадку мишій (види) і падалиця озимого ячменю, то гербіциду з д.р. трибенурон-метил (750 г/кг) не знищує їх, а їх кількість становила на рівні контрольного варіанту 2,3 і 1,5 шт/м^2, відповідно, і тому додатково необхідно застосовувати противозлакові гербіциди. Тоді як при застосуванні застосуванні гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) кількість мишію (видів) і падалиці озимого ячменю склала 0,4 і 0,2 шт/м^2, відповідно.

При оцінці впливу післясходових гербіцидів на елементи структури та біологічний врожай найбільші показники, окрім маси 1000 насінин, за ручної прополки:

Таблиця 1.

Кількість бур'янів та їх видовий склад на посівах соняшника, залежно від застосування післясходових гербіцидів, шт./м² (середнє за 2022–2024 рр.)

Застосування післясходових гербіцидів	Кількість бур'янів, шт/м²							
	Дводольні (Dicotyledoneae, Dicotyledones, Magnoliopsida)						Злакові (Poaceae)	
	Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia* L.)	Нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.)	Щириця (види) (*Amaranthus spp.*)	Лобода (види) (*Chenopodium spp.*)	Канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik)	Берізка польова (*Convolvulus arvensis*)	Мишій (види) (Setaria spp.)	Падалиця оз. ячменю
перед застосуванням післясходових гербіцидів	2,5	1,1	1,5	3,0	1,0	0,8	2,0	1,5
через 14 діб після застосування післясходових гербіцидів								
Контроль (без внесення гербіциду)	2,7	0,9	1,6	2,7	1,0	0,9	2,3	1,5
Трибенурон-метил (750 г/кг)	0,5	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	2,3	1,5
Імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л)	0,5	0,1	0,4	1,1	0,5	0,2	0,4	0,2
Ручна прополка	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$НІР_{05}$	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,5	0,3

Таблиця 2

Елементи структури та біологічний урожай насіння соняшника залежно від застосування післясходових гербіцидів, (2022–2024 рр.)

Застосування післясходових гербіцидів (С)	Діаметр кошика, см	Кількість насіння в кошику, насінин на рослину	Маса 1000 насінин, г	Маса насіння з 1 рослини, г	Біологічний врожай, т/га
Контроль (без внесення гербіциду)	12,7 / –	469,5 / –	46,20 / –	21,70 / –	1,07 / –
Трибенурон-метил, 750 г/кг	16,4 / 3,7	557,9 / 88,4	54,03 / 7,83	30,16 / 8,46	1,49 / 0,42
Імазапір, 15 г/л + імазамокс, 33 г/л	16,9 / 4,2	580,4 / 110,9	56,14 / 9,94	32,59 / 10,89	1,61 / 0,54
Ручна прополка	18,5 / 5,8	826,5 / 357,0	54,53 / 8,33	45,09 / 23,39	2,22 / 1,15
$НІР_{05}$	0,5	33,7	1,54	2,06	0,10

Примітка: значення показника / збільшення показника порівняно з контролем.

діаметр кошика – 18,5 см, кількість насіння в кошику – 826,5, маса 1000 насінин – 54,53 г, маса насіння з однієї рослини – 45,09 г і біологічний врожай – 2,22 т/га, натомість найменші показники було отримано на контрольному варіанті – 12,7 см, 469,5, 46,20 г, 21,70 г і 1,07 т/га, відповідно (табл. 2).

Якщо розглядати застосування післясходових гербіцидів та їх вплив на елементи структури і біологічний врожай гібридів соняшника, то при застосуванні трибенурон-метил (750 г/кг) діаметр кошика становив 17,0 см, кількість насіння в кошику – 687,9, маса 1000 насінин – 54,09 г, маса насіння з однієї рослини – 37,23 г і біологічний врожай – 1,84 т/га, а при використанні імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) – 17,6 см, 714,0 насінин в кошику, 55,29 г, 39,45 г/рослину і 1,95 т/га, відповідно.

Найменшу врожайність було отримано на контрольному варіанті: у 2022 році 0,57 т/га, 2023 – 1,06 т/га, 2024 – 1,19 т/га та в середньому за три роки – 0,94 т/га, а максимальну за ручної прополки – 1,50, 2,04, 2,20 і 1,91 т/га, відповідно (табл. 3).

Застосування післясходових гербіцидів сприяло зниженню чисельності бур'янів на посівах, і відповідно, підвищувало врожайність культури. Так, при використанні трибенурон-метил (750 г/кг) була отримана прибавка до контролю у 2022 році 0,65 т/га, 2023 – 0,62 т/га, 2024 – 0,64 т/га та в середньому за три роки – 0,64 т/га, а при використанні імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) – 0,81, 0,72, 0,73 і 0,97 т/га, відповідно.

Найнижчу олійність 48,93% і найменший вихід олії 0,46 т/га було отримано на контрольному варіанті, а максимальні значення цих показників за ручної прополки – 50,75% і 0,97 т/га, відповідно (рис. 1).

Застосування післясходових гербіцидів впливало на фітосанітарний стан посівів та на олійність насіння гібридів соняшника та вихід олії. Так при застосуванні трибенурон-метил (750 г/кг) ці показники становили 50,10% і 0,65 т/га, відповідно. Тоді як при використанні імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) олійність насіння була нижчою ніж за трибенурон-метил і склала 49,42%, натомість вихід олії був вищим і становив 0,69 т/га.

Таблиця 3

Урожайність насіння соняшника залежно від застосування післясходових гербіцидів, т/га

Застосування післясходових гербіцидів (С)	Урожайність насіння соняшника / прибавка до контролю, т/га				V, %
	2022	2023	2024	Середнє	
Контроль (без внесення гербіциду)	0,57 / –	1,06 / –	1,19 / –	0,94 / –	34,8
Трибенурон-метил, 750 г/кг	1,02 / 0,45	1,36 /0,30	1,50 / 0,31	1,29 / 0,35	19,1
Імазапір, 15 г/л + імазамокс, 33 г/л	1,18 / 0,61	1,45 / 0,39	1,58 / 0,39	1,40 / 0,46	14,6
Ручна прополка	1,50 / 0,93	2,04 / 0,98	2,20 / 1,01	1,91 / 0,97	19,2
$НІР_{05}$	0,13	0,09	0,08	0,10	

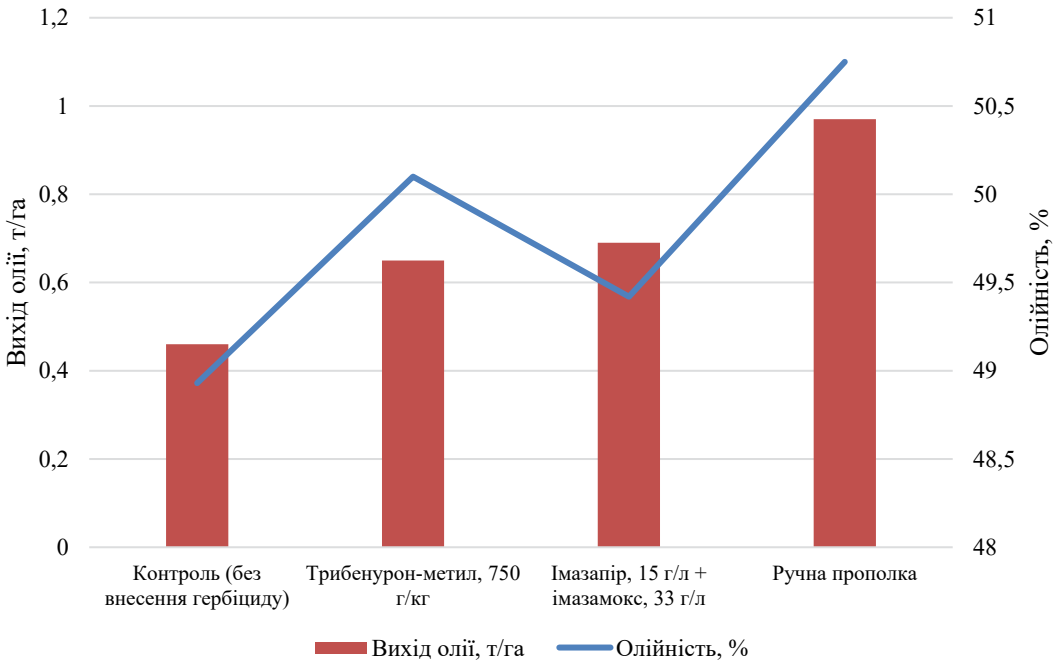


Рис. 1. Олійність та вихід соняшникової олії залежно від застосування післясходових гербіцидів, (2022–2024 рр.)

Висновки. Застосування післясходових гербіцидів знижувало чисельність бур'янів, порівняно з варіантом без гербіцидів, проте повного знищення бур'янів не було на жодному з варіантів і кожен гербіцид мав різний вплив на ті чи інші види бур'янів. Найбільшу врожайність насіння соняшника 1,40 т/га, вихід олії 0,69 т/га було отримано на варіанті при застосуванні гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л), а найбільшу олійність 50,10% на варіанті з трибенурон-метил (750 г/кг).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. González-Alonso A., Ramírez-Tortosa C., Varela-López A., Roche E., Arribas M., et al. Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci*. 2015. Vol. 16. P. 23425–23445
2. Hladni N. Present status and future prospects of global confectionery sunflower production. Proceedings of 19-th International sunflower conference. 2016, Edirne, Turkey. P. 47–60.
3. Liakat Ali, Hyun Jo, Jong Tae Song & Jeong-Dong Lee. The Prospect of Bentazone-Tolerant Soybean for Conventional Cultivation. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. P. 1650. doi:10.3390/agronomy10111650
4. Merga B., Alemu N. Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Cogent Food Agric*. 2019. 5:1620152. https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1620152.
5. Sherwani S.I., Arif I.A., Khan H.A. Modes of Action of Different Classes of Herbicides. *Herbic. Physiol. Action Saf*. 2015. P. 165–186. DOI: 10.5772/61779
6. Soltani N., et al. Potential Yield Loss in Dry Bean Crops Due to Weeds in the United States and Canada. *Weed Technology*. 2018. Vol. 32. P. 342–346. https://doi.org/10.1017/wet.2017.116
7. Soltani N., Nurse R.E., Shropshire Ch. & Sikkema P.H. Weed Control, Environmental Impact and Profitability of Pre-Plant Incorporated Herbicides in White Bean. *American Journal of Plant Sciences*. 2012. Vol. 3. P. 846–853. ttp://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.37102 Published Online July 2012
8. Меліх О.О., Пасменко Н.В. Сучасний стан та напрями розвитку ринку соняшникової олії в Україні. *Економіка харчової промисловості*. 2015. Т. 7. Вип. 3. С. 15–20.

REFERENCES

1. González-Alonso, A. & et al. (2015). Sunflower Oil but Not Fish Oil Resembles Positive Effects of Virgin Olive Oil on Aged Pancreas after Life-Long Coenzyme Q Addition. *Int. J. Mol. Sci*. 16, 23425–23445
2. Hladni, N. (2016). Present status and future prospects of global confectionery sunflower production. Proceedings of 19-th International sunflower conference. Edirne, Turkey. 47–60.
3. Liakat, A., Hyun, J., Jong, T.S. & Jeong-Dong, L. (2020). The Prospect of Bentazone-Tolerant Soybean for Conventional Cultivation. *Agronomy*. 10, 1650. doi:10.3390/agronomy10111650
4. Merga, B. & Alemu, N. (2019). Integrated weed management in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Cogent Food Agric*. 5:1620152. https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1620152.
5. Sherwani, S.I., Arif, I.A. & Khan, H.A. (2015). Modes of Action of Different Classes of Herbicides. *Herbic. Physiol. Action Saf*. 165–186. DOI: 10.5772/61779
6. Soltani, N. & et al. (2018). Potential Yield Loss in Dry Bean Crops Due to Weeds in the United States and Canada. *Weed Technology*. 32, 342–346. https://doi.org/10.1017/wet.2017.116
7. Soltani, N., Nurse, R.E., Shropshire, Ch. & Sikkema, P.H. (2012). Weed Control, Environmental Impact and Profitability of Pre-Plant Incorporated Herbicides in White Bean. *American Journal of Plant Sciences*. 3, 846–853. ttp://dx.doi.org/10.4236/ajps.2012.37102 Published Online July 2012
8. Melikh, O.O., & Pasmenko, N.V. (2015). Suchasnyi stan ta napriamy rozvytku rynku soniashnykovoi olii v Ukraini [Current state and development trends of the sunflower oil market in Ukraine]. *Ekonomika kharchovoi promyslovosti,* 7(3), 15–20 [in Ukrainian].

Тищенко А.В., Родіонов А.В. Застосування післясходових гербіцидів та їх вплив на продуктивність рослин соняшника

Метою дослідження було визначення впливу та ефективності застосування післясходових гербіцидів з д.р. трибенурон-метил, 750 г/кг та д.р. імазамокс (33 г/л) + імазапір (15 г/л) на ступінь засміченості посівів та врожайність насіння соняшника в умовах Півдня України. **Методи досліджень.** Дослідження проводили протягом 2022-2024 рр. на полях ФГ «Плакущенко В.В.», що знаходиться на території Одеської області Великомихайлівського району в с. Гребеники. Метод закладки польового досліду – розщеплені ділянки, головні ділянки 1). (Контроль (без внесення гербіциду); застосування післясходового гербіциду з діючою речовиною (д.р.): 2). д.р. трибенурон-метил 750 г/кг, нормою 35 г/га, 3). д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л), нормою 1,1 л/га; 4). Ручна прополка. Посів широкорядний з міжряддям 70 см. Площа посівної ділянки – 60 м^2, облікової – 50 м^2, в чотирьох повторностях. **Результати досліджень.** При застосуванні гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) кількість нетреби звичайної було 0,1 і берізки польової – 0,2 шт/м^2, тоді як при використанні трибенурон-метил (750 г/кг) кількість бур'янів була більшою на 0,2 шт/м^2. Натомість, при застосуванні трибенурон-метил (750 г/кг) кількість лободи (види) була меншою на 0,5, а канатника Теофраста на 0,2 шт/м^2, ніж при використання гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л). Що стосується злакових бур'янів, в нашому випадку мишій (види) і падалиця озимого ячменю, то гербіциду з д.р. трибенурон-метил (750 г/кг) не знищує їх, а їх кількість становила на рівні контрольного варіанту 2,3 і 1,5 шт/м^2, відповідно, і тому додатково необхідно застосовувати противозлакові гербіциди. Найменшу врожайність було отримано на контрольному варіанті: у 2022 році 0,57 т/га, 2023 – 1,06 т/га, 2024 – 1,19 т/га та в середньому за три роки – 0,94 т/га, за олійності 48,93% і виходу олії 0,46 т/га, а максимальну за ручної прополки – 1,50, 2,04, 2,20 і 1,91 т/га і 50,75% і 0,97 т/га, відповідно. Застосування післясходових гербіцидів сприяло зниженню чисельності бур'янів на посівах, і відповідно, підвищувало врожайність культури. Так, при використанні трибенурон-метил (750 г/кг) була отримана прибавка до контролю у 2022 році 0,65 т/га, 2023 – 0,62 т/га, 2024 – 0,64 т/га та в середньому за три роки – 0,64 т/га, а при використанні імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л) – 0,81, 0,72, 0,73 і 0,97 т/га, відповідно. **Висновки.** Застосування післясходових гербіцидів знижувало чисельність бур'янів, порівняно з варіантом без гербіцидів, проте повного знищення бур'янів не було на жодному з варіантів і кожен гербіцид мав різний вплив на ті чи інші види бур'янів. Найбільшу врожайність насіння соняшника 1,40 т/га, вихід олії 0,69 т/га було отримано на варіанті при застосуванні гербіциду з д.р. імазапір (15 г/л) + імазамокс (33 г/л), а найбільшу олійність 50,10% на варіанті з трибенурон-метил (750 г/кг).

Ключові слова: соняшник, післясходові гербіциди, бур'яни, елементи структури, врожайність, олійність.

Tyshchenko A.V., Rodionov A.V. Application of post-emergence herbicides and their impact on sunflower plant productivity

The aim of the study was to determine the impact and effectiveness of the use of post-emergence herbicides with the d.r. tribenuron-methyl, 750 g/kg and d.r. imazamox (33 g/l) + imazapyr (15 g/l) on the degree of crop contamination and sunflower seed yield in the conditions of the South of Ukraine. **Methods.** The study was conducted during 2022-2024 in the fields of the FG «Plakushchenko V.V.», located in the territory of the Odessa region, Velykymykhailivskyi district in the village of Grebenyky. The method of laying the field experiment – split plots, main plots 1). (Control (without herbicide application); application of a post-emergence herbicide with the active substance (d.r.): 2). d.r. tribenuron-methyl 750 g/kg, at a rate of 35 g/ha, 3). d.r. imazapyr (15 g/l) + imazamox (33 g/l), at a rate of 1.1 l/ha; 4). Manual weeding. Wide-row sowing with a row spacing of 70 cm. The area of the sowing plot is 60 m^2, the accounting area is 50 m^2, in four replicates. **Research results.** When using the herbicide with the d.r. imazapyr (15 g/l) + imazamox (33 g/l), the number of common nettle was 0.1 and field birch – 0.2 pcs/m^2, while when using tribenuron-methyl (750 g/kg) the number of weeds was 0.2 pcs/m^2 higher. On the other hand, when using tribenuron-methyl (750 g/kg) the number of quinoa (species) was 0.5 less, and Theophrastus's rope by 0.2 pcs/m^2 than when using the herbicide with the d.r. imazapyr (15 g/l) + imazamox (33 g/l). As for cereal weeds, in our case, mouseweed (species) and winter barley fallow, then the herbicide with the d.r. tribenuron-methyl (750 g/kg) does not destroy them, and their number was 2.3 and 1.5 pcs/m^2 at the control variant level, respectively, and therefore it is necessary to additionally apply anti-grass herbicides. The lowest yield was obtained in the control variant: in 2022 0.57 t/ha, in 2023 – 1.06 t/ha, in 2024 – 1.19 t/ha and on average

over three years – 0.94 t/ha, with an oil content of 48.93% and an oil yield of 0.46 t/ha, and the maximum with manual weeding – 1.50, 2.04, 2.20 and 1.91 t/ha and 50.75% and 0.97 t/ha, respectively. The use of post-emergence herbicides contributed to a reduction in the number of weeds in crops, and accordingly, increased crop yield. Thus, when using tribenuron-methyl (750 g/kg), an increase in control was obtained in 2022 of 0.65 t/ha, in 2023 – 0.62 t/ha, in 2024 – 0.64 t/ha and on average over three years – 0.64 t/ha, and when using imazapyr (15 g/l) + imazamox (33 g/l) – 0.81, 0.72, 0.73 and 0.97 t/ha, respectively. **Conclusions.** The use of post-emergence herbicides reduced the number of weeds compared to the option without herbicides, but complete destruction of weeds was not achieved in any of the options and each herbicide had a different effect on certain types of weeds. The highest sunflower seed yield of 1.40 t/ha, oil yield of 0.69 t/ha was obtained in the option with the use of herbicide with d.r. imazapyr (15 g/l) + imazamox (33 g/l), and the highest oil content of 50.10% in the option with tribenuron-methyl (750 g/kg).

Key words: sunflower, post-emergence herbicides, weeds, structural elements, yield, oil content.

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АНТАЛ Т.В. 59
БАГАН А.В. 7, 234
БАЙСЕН І. 312
БЕЗВІКОННИЙ П.В. 12
БОРОВИК В.О. 255
БУБЛИК М.О. 40
БУРДЕНЮК-ТАРАСЕВИЧ Л.А. 243
ВАСИЛЕНКО О.В. 18
ВАСИЛЕНКО Р.М. 52
ВОЖЕГОВА Р. А. 76
ВОЖЕГОВА Р.А. 76, 255
ГАВІЙ В.М. 23
ГАДЗАЛО Я. М. 76
ГАДЗАЛО Я.М. 76
ГАМАЮНОВА В.В. 29
ГОДУНОК А.Д. 234
ГРАБОВСЬКИЙ М.Б. 243
ГРУША В.В. 40
ГУК І.М. 162
ГУРБА В.С. 7
ГУРСЬКИЙ І.М. 18
ГУТОРОВА О.О. 282
ГУТОРОВ О.І. 282
ДЕРЕВЕНЕЦЬ-ШЕВЧЕНКО К.А. 207
ДІДУР І.М. 35
ДРОБІТЬКО А.В. 312
ДУБОВА О.А. 243
ЄГОРОВА Т.М. 40
ЄРМАКОВА Л.М. 59
ЖАДАНОВА Ю.О. 304
ЖИЛА П.А. 47
ЖУРАВЕЛЬ С.В. 113
ЗАГНІТКО В.В. 90
ЗАЄЦЬ С.О. 52
ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю. А. 319
ЗЕЛІНСЬКИЙ Ю.А. 333
ЗЮЗЬКО Л.Г. 35
ІВАНІВ М.О. 126
КАЛЕНСЬКА С.М. 59
КАСЬЯНОВ Є.О. 194
КЛИМЕНКО Т.В. 113
КОВАЛЬОВ С.Р. 262
КОГУТ І.М. 255
КОЗЕЧКО В.І. 207
КОЗЮЧКО-ГОЛОВАЧ А.Г. 23
КОЛОЯНІДІ Н.О. 319
КОЛЯДА В.П. 66
КОРХОВА М.М. 95
КОЧЕТОВ М.С. 155
КРАВЕЦЬ А.О. 227
КРАВЧУК М.М. 113
КРИЖАНІВСЬКИЙ В.Г. 271
КРОПИВНИЦЬКИЙ Р.Б. 168
КУЛИК М.І. 145
ЛЕДОВСЬКА З.О. 66
ЛЕМІШКО С.М. 194
ЛЕУС В.В. 71
ЛІКАР Я.О. 76
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. 243
МАРІНІЧ Л. Г. 200
МАРІНІЧ Л.Г. 200
МАТРОС О.В. 83
МАТРОС О.М. 83
МИЦИК О.О. 207
МУЛЄНОК Я.О. 71
М'ЯЛКОВСЬКИЙ Р.О. 12
НАЗАРЕНКО М.М. 47
НЕБАБА К.С. 90
НІКІТІНА О.В. 18
ОНУФРІЙЧУК О.М. 107
ПАВЛОВ В.О. 29
ПАНФІЛОВА А.В. 95
ПАНЦИРЕВА Г.В. 101
ПЕЛЕХ Л.В. 107
ПОЛІЩУК В.О. 113
ПРИШЕДЬКО Н.О. 194, 207
РОДІОНОВ А.В. 342
СВИСТУНОВ Ю.В. 59
СЕМЕНКО М.В. 325
СЕРГЄЄВ Л.А. 255
СЄВІДОВ В.П. 118
СИДЯКІНА О.В. 126
СМІРНИХ В.М. 187
СМІРНОВА І.В. 312
СТЕПАНОВА М.М. 304
СТОЛЯР С.Г. 168
СТОРОЖЕНКО Д.С. 133
СТОРОЖУК Ю.В. 139
ТЕТЕРЮК Р.С. 145
ТИХОМИРОВА Т.С. 155
ТИЩЕНКО А.В. 342
ТИЩЕНКО М. В. 187
ТИЩЕНКО М.В. 187
ТКАЧУК О.П. 162
ТРЕМБІЦЬКА О.І. 168
ФЕДОСОВ Я.С. 173
ФЕЩЕНКО В.В. 18
ФІЛОНЕНКО В.С. 179
ФІЛОНЕНКО С.В. 179, 187
ХАЛІН С.Ф. 66
ХОМЕНКО Т.М. 255
ЧЕРНИХ С.А. 194
ЧЕТВЕРИК О.О. 200
ШАБАТУРА Т.С. 304
ШАБЛЯ О.С. 52
ШАКАЛІЙ С.М. 200, 234
ШЕВЧЕНКО М.С. 207
ШЕВЧЕНКО С.М. 207

ШЕЙКО І.М. 213
ШЕПЕЛЬ А.В. 218
ШКАТУЛА Ю.М. 227
ШУБЕНКО Л.А. 71
ШУКАЙЛО С.П. 255
ЮРЧЕНКО С.О. 234
ЯКОВЕНКО А.О. 304
GULIYEV ORKHAN 277
MIRZAYEV NATIG 290, 294, 298
NAGIYEV ORKHAN 290
SALMANOVA VUSALA 294
SHUKURZADE NIGAR 298
XANIM AGAYEVA 277

НОТАТКИ

Наукове видання

АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 29

Підписано до друку 03.03.2025 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 40,69. Наклад 300. Зам. № 0425/328
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 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.