ISSN 0135-2369

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ КЛІМАТИЧНО ОРІЄНТОВАНОГО
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Міжвідомчий тематичний
науковий збірник

Випуск 84

Видавничий дім
«Гельветика»
2025

УДК 631.6 ISSN 0135-2369

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1553 від 09.05.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-04608.
Збірник включено до переліку наукових фахових видань України категорії «Б» у галузі аграрних наук (Е2 – Екологія, Н1 – Агрономія) відповідно до Наказу Міністерства освіти і науки України № 409 від 17.03.2020 р. (додаток 1)

Рекомендовано до друку Вченою радою
Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
(протокол 20 від 26 листопада 2025 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

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

Члени редакційної колегії:
Аверчев Олександр Володимирович – доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри землеробства, Херсонський державний аграрно-економічний університет.
Базалій Валерій Васильович – доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри рослинництва та агроінженерії, Херсонський державний аграрно-економічний університет;
Біднина Ірина Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Начальник відділу зведеного планування Науково-організаційного управління апарату Президії, Національна академія аграрних наук України;
Бояркіна Любов Вадимівна – доктор сільськогосподарських наук, завідувач відділу геоінформаційних технологій та економічних досліджень Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Влащук Анатолій Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу первинного та елітного насінництва, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Голобородько Станіслав Петрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, головний науковий співробітник відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Грановська Людмила Миколаївна – доктор економічних наук, професор, завідувач відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроекосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Денчіч Србислав (Denčić Srbislav) – доктор генетичних наук, професор, Інститут польових та овочевих культур (Нові Сад, Сербія);
Заєць Сергій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Хандакар Рафік Іслам (Khandakar Rafiq Islam) – доктор наук, старший науковий співробітник, доцент, Державний університет Огайо, (Огайо, США);
Лавриненко Юрій Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Лиховид Павло Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства та декарбонізації агроекосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Марченко Тетяна Юріївна – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Писаренко Павло Володимирович – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу зрошення, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України;
Пілярська Олена Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Петрзак Стефан (Pietrzak Stefan) – доктор наук, професор, завідувач відділу якості води, Технологічний та природничий інститут (Рашин, Польща);
Тищенко Андрій Вікторович – доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;
Шатковський Андрій Петрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, заступник директора з наукової роботи, Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України.

У збірнику подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань зрошуваного землеробства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Міжвідомчий тематичний науковий збірник розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

e-mail: info@izpr.ks.ua
www.izpr.ks.ua

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

ЗМІСТ

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО.....5

Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Ворона П. С. Агроекологічна роль гречки в системах землеробства.....5

Баган А.В., Шакалій С.М., Харитенко Б.Р., Шевченко І.А., Коротушенко К.Ю., Даценко Д.М. Вплив мікродобрив на продуктивність гібридів кукурудзи *(Zea mays)*.....14

Безвіконний П.В. Вплив агротехнічних факторів на розвиток листкової поверхні кормового буряка в умовах Західного Лісостепу.....20

Бутенко А.О., Дацько О.М., Ставицький А.А., Шандра С.В. Продуктивність проса залежно від норми висіву та системи удобрення в умовах Північно-Східного Лісостепу України.....28

Василенко С.В., Верещагін І.В. Вплив строків сівби та норми висіву насіння гібридів ріпаку озимого на його адаптивні властивості в умовах Центрального Лісостепу.....35

Вожегова Р.А., Марченко Т.Ю., Боровик В.О., Пілярська О.О. Вплив елементів технології на продуктивність сортів рису *(Oryza sativa* L.*)*.....41

Данильченко О.М., Кривцов М.С. Наукове агроекологічне обґрунтування окремих елементів технології вирощування ультраранніх сортів класичної сої в умовах Північно-Східного Лісостепу України.....47

Кисельов Д.О., Блятник Т.С., Нінуа О.В., Каленська С.М. Агробіологічна оцінка впливу глибини посіву на дружність сходів і структуру врожаю цукрового буряка.....53

Климишена Р.І., Свинар М.М. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння.....63

Ковальов М.М., Шевченко О.О., Михайлова Д.О. Гідропоніка Flood & Drain як фактор підвищення врожайності та економічної ефективності кропу алігатор в умовах 4-ї світлової зони України.....68

Косенко Н.П., Книш В.І., Шабля О.С., Кокойко В.В. Вплив елементів біологізації технології вирощування на продуктивність холодку лікарського на Півдні України.....75

Новак Ж.М., Рябовол Л.О., Новак А.В., Синьоок І.В., Кулик В.П., Новак М.А., Черниш Р.І. Характеристика погодних умов 2020-2025 сільськогосподарських років у Центральному Лісостепу України.....81

Падалко Т.О. Типи сушіння лікарської рослинної сировини ромашки лікарської *(Matricaria chamomilla* L.*)* залежно від умов вегетації та агротехнічних прийомів.....88

Панфілова А.В., Пилипенко Т.В., Терещенко А.В. Вплив біопрепаратів на фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб соняшнику в умовах Південного Степу України.....94

Радченко М.В., Підлужний Е.Г. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників.....101

Цицюра Я.Г., Яковець Л.А. Потенціал отавного відростання редьки олійної для сидерального її використання залежно від строків скошування та фонового мінерального удобрення.....106

Юрченко С.О., Чаленко Б.В., Карнаух В.С., Боярська К.С., Тутка С.О. Вплив позакореневого підживлення на формування урожайності соняшнику.....114

CONTENTS

AMELIORATION, FARMING, CROP PRODUCTION.....5

Averchev O.V., Nikitenko M.P., Kozachenko Ye.M. Agroecological role of buckwheat in farming systems.....5

Bahan A.V., Shakalii S.M., Kharytenko B.R., Shevchenko I.A., Korotushenko K.Yu., Datsenko D.M. The influence of microfertilizers on the productivity of corn hybrids (*Zea mays*).....14

Bezvikonny P.V. Influence of agrotechnical factors on the development of the leaf surface of fodder beet under the conditions of the western Forest-steppe.....20

Butenko A.O., Datsko O.M., Stavytskyi A.A., Shandra S.V. Millet productivity depending on the seeding rate and fertilization system in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.....28

Vasylenko S.V., Vereshchagin I.V. Influence of sowing dates and seeding rates of winter rapeseed hybrids on their adaptive properties in the conditions of the Central Forest-Steppe.....35

Vozhegova R.A., Marchenko T.Yu., Borovyk V.O., Pilyarska O.O. The influence of technology elements on the productivity of rice varieties (*Oryza sativa* L.).....41

Danylchenko O.M., Kryvtsov M.S. Scientific agroecological justification of certain elements of the cultivation technology for ultra-early classical soybean varieties under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine.....47

Kyselov D.O., Blyatnyk T.S., Ninua O.V., Kalenska S.M. Agrobiological assessment of the effect of sowing depth on emergence uniformity and yield structure of sugar beet.....53

Klymyshena R.I., Svynar M.M. Grain yield of winter wheat depending on the influence of mineral fertilizers and seeding rates.....63

Kovalov M.M., Shevchenko O.O., Michailova D.O. Flood & Drain hydroponics as a factor increasing the yield and economic efficiency of alligator dill in the conditions of the 4th light zone of Ukraine.....68

Kosenko N.P., Knych V.I., Shablia O.S., Kokoiko V.V. The effect of biologization technology on the yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) grown in the south of Ukraine.....75

Novak Zh.M., Riabovol L.O., Novak A.V., Syniok I.V., Kulyk V.P., Novak M.A., Chernysh R.I. Characteristics of Weather Conditions in the Central Forest-Steppe of Ukraine During 2020–2025 agricultural years.....81

Padalko T.O. Types of drying of medicinal plant raw materials of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) depending on vegetation conditions and agrotechnical methods.....88

Panfilova A.V., Pylypenko T.V., Tereshchenko A.V. The effect of biological preparations on the phytopathological state of the soil and the development of sunflower diseases in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.....94

Radchenko M.V., Pidluzhnyi E.H. Productivity of winter wheat depending on predecessors.....101

Tsytsyura Ya.H., Yakovets L.A. The Potential of Regrowth Biomass of Oilseed Radish for Its Use as Green Manure Depending on Cutting Dates and Background Mineral Fertilization.....106

Yurchenko S.O., Chalenko B.V., Karnaukh V.S., Boyarska K.S., Tutka S.O. The effect of foliar fertilization on sunflower yield formation.....114

УДК 633.12:631.41:631.95
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.1

АГРОЕКОЛОГІЧНА РОЛЬ ГРЕЧКИ В СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕРОБСТВА

АВЕРЧЕВ О.В. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0002-8333-2419
Херсонський державний аграрно-економічний університет
НІКІТЕНКО М.П. – доктор філософії з агрономії
orcid.org/0000-0001-7453-6682
Херсонський державний аграрно-економічний університет
ВОРОНА П. С. – аспірант
orcid.org/0009-0006-0430-5233
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Інтенсивне землеробство XX-XXI століть, спрямоване на максимізацію урожайності, призвело до глобальної проблеми – деградації ґрунтів. Втрата гумусу, ерозія, засолення, дисбаланс мікрофлори та накопичення патогенів стали викликами для продовольчої безпеки та екологічної стійкості. У відповідь на це світ шукає перехід до регенеративного та органічного землеробства, де акцент зміщується з експлуатації на відновлення агроекосистем. Серед культур, які можуть стати основним інструментом такого відновлення, несподівано виступає гречка – рослина, відома своєю поживністю, але недооцінена за своїми ґрунтотворними якостями. Для України, яка є одним із світових лідерів з виробництва гречаної крупи, розуміння та використання цього потенціалу може стати стратегічним кроком до відновлення родючості земель, зменшення залежності від хімікатів та підвищення конкурентоспроможності на європейському ринку.

Від стану здоров'я ґрунту значною мірою залежить отримання високих, стабільних та екологічно безпечних врожаїв. Існує можливість оздоровлення ґрунту та рослин за допомогою агрохімічних засобів – проте це шлях, пов'язаний з великими витратами та екологічними ризиками, що дає яскравий, але короткочасний позитивний ефект. Альтернативою є системний підхід, спрямований на досягнення високих та екологічно чистих урожаїв у довгостроковій перспективі. На сьогодні саме фермери та власники приватних садиб і дачних ділянок активно зайняті пошуком найбільш екологічних методів підвищення родючості ґрунтів. Для українського аграрного сектору, де значна частина продукції виробляється в приватних господарствах та на фермах середнього розміру, цей питання є актуальним [5-7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час із успіхом практикують такі методи покращення якості ґрунту: впровадження сівозмін, організація змішаних посадок, використання органічних добрив, компосту та біогумусу, вермікультивування, а також, безперечно, вирощування рослин-сидератів, або зелених добрив. У садівників і городників найбільшою популярністю серед сидеральних культур користуються ріпак олійний, жито та зернобобові суміші. На жаль, посівна гречка як цінна культура для органічного удобрення та біологічного оздоровлення ґрунту використовується недостатньо. Попри її здатність швидко формувати значну масу побічної продукції, пригнічувати бур'яни та активізувати мікробіологічні процеси в кореневій зоні, потенціал гречки як ефективного зеленого добрива і покривної культури залишається майже нереалізованим у сучасних технологіях землеробства [1-3].

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), світове виробництво гречки коливається в межах 2-3 мільйонів тонн на рік. Лідерами за посівними площами та валовим збором традиційно є Китай, Україна, Казахстан, США, Бразилія, Франція та Польща. Останнім часом спостерігається зростання інтересу до цієї культури в західних країнах через тенденції здорового харчування (безглютенові дієти) та сталого землеробства. Зокрема, у Франції, Польщі та країнах Балтії гречку все частіше впроваджують у сівозміни як покривну культуру *(cover crop)* для поліпшення структури ґрунту та боротьби з бур'янами [13].

Україна традиційно є одним з найбільших виробників і експортерів гречаної крупи у світі. Агротехніка її вирощування часто орієнтована виключно на отримання зернового урожаю, тоді потенціал гречки як сидеральної та ґрунтополіпшуючої культури використовується недостатньо. Постає завдання наукового синтезу наявних даних щодо агроекологічного потенціалу гречки та розробки на їх основі рекомендацій для її ефективного використання в умовах України. Саме це завдання визначає мету та напрямок представленого дослідження.

Мета статті – висвітлити агроекологічну роль гречки як сидеральної та ґрунтополіпшуючої культури в системах землеробства, обґрунтувати її

потенціал для підвищення родючості ґрунтів, мобілізації фосфору, боротьби з патогенами та інтеграції в українські агроекосистеми з метою розвитку регенеративного та органічного землеробства.

Об'єкт досліджень: гречка (*Fagopyrum esculentum Moench*) як агроекологічний ресурс у системах землеробства.

Предмет досліджень: агроекологічні властивості гречки, її вплив на родючість ґрунту, мобілізацію поживних речовин, фітосанітарний стан та продуктивність сільськогосподарських культур**.**

Матеріали та методика досліджень. Дослідження ґрунтується на власному аналізі емпіричних та статистичних даних, спрямованому на оцінку агроекологічного потенціалу гречки. Експериментальну основу склали результати польових досліджень, проведених на базі Херсонського державного аграрно-економічного університету та в господарствах Півдня України у 2020–2024 роках. Дані, що стосуються впливу гречки як попередника на ґрунт і урожайність послідовних культур, були доповнені офіційними статистичними рядами Держстату України та FAO за 2015–2025 роки для аналізу загальних трендів посівних площ та врожайності.

Для обробки інформації застосовано методи статистичного аналізу: розрахунок середніх величин і стандартного відхилення, кореляційний аналіз та побудову лінійних трендів з визначенням коефіцієнта детермінації (R^2). Порівняльну оцінку ефективності гречки з іншими сидератами проведено шляхом систематизації та узагальнення отриманих результатів, що дозволило сформулювати кількісні показники її впливу. Всі обчислення та візуалізація даних виконані з використанням програмних пакетів MS Excel та IBM SPSS Statistics 26. Такий підхід забезпечив об'єктивну основу для формування науково обґрунтованих висновків щодо ролі гречки в системах землеробства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Середньорічні посівні площі під гречкою в Україні значно коливаються (від 100 до 300 тис. га залежно від року і кон'юнктури ринку), що створює значний потенціал для раціонального використання побічної продукції (солома, лузга) та впровадження гречки в сидеральні сівозміни, особливо в зонах Полісся та Лісостепу, де поширені легкі та середні за механічним складом ґрунти, оптимальні для цієї культури.

За даними Державної служби статистики України, вирощування гречки носить волатильний характер [12].

У 2022–2025 роках Україна працювала за умов воєнного стану, що могло впливати на площі та врожай.

Урожайність гречки в Україні надзвичайно нестабільна. Різниця між мінімальним (2021) та максимальним (2020) значеннями становить понад 0.5 т/га, що є дуже суттєвим коливанням. Незважаючи на коливання, якщо порівняти початок (2016-2017, ~1.05 т/га) і кінець періоду (2024-2025 прогноз, ~1.3 т/га), спостерігається загальне зростання середньої урожайності. Це може свідчити про поступове впровадження кращої агротехніки, якіснішого насіннєвого матеріалу або більш уважного підходу до вибору полів під культуру.

Графік нагадує циклічні хвилі з піками приблизно кожні 3-4 роки (піки: 2020, 2023), за якими слідують спади. Попит і ціни: У 2024–2025 роках прогнозується подорожчання гречки на ~20–25%.

Прогноз вирощування гречки в Україні до 2030 року (лінійний тренд за даними 2015–2025 рр.):

− Площа посівів: поступове скорочення з ≈ 86,8 тис. га (2025) до ≈ 64 тис. га (2030).

− Валовий збір: може зрости з ≈ 160 тис. т до ≈ 189 тис. т – завдяки підвищенню продуктивності.

− Урожайність**:** очікується стабільне зростання від ≈ 1,8 т/га до ≈ 2,2 т/га у 2030 році.

Причин низької врожайності гречки багато. Серед них зменшення в районах її вирощування площ під лісами, внаслідок чого вона зазнає шкід-

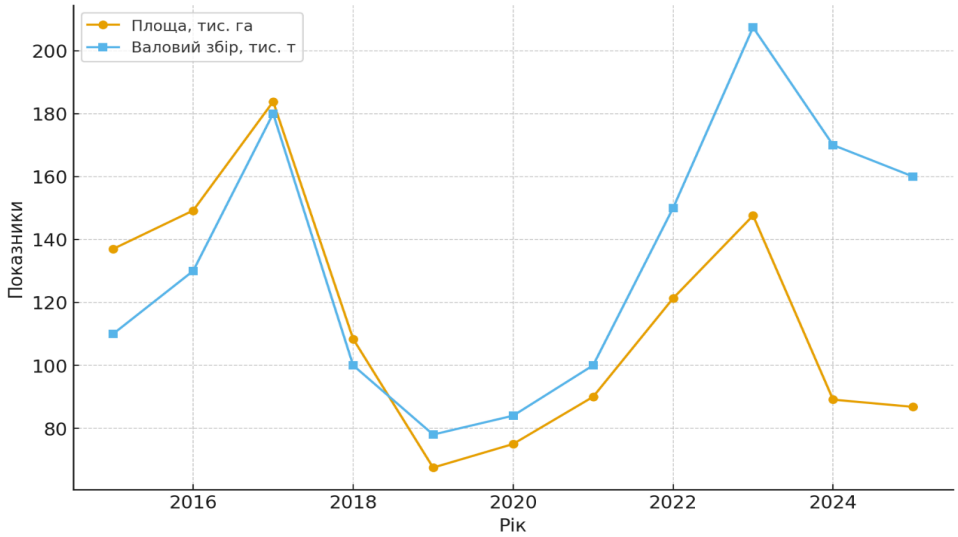

Рис. 1. Динаміка вирощування гречки в Україні (2015-2025 р.р.)

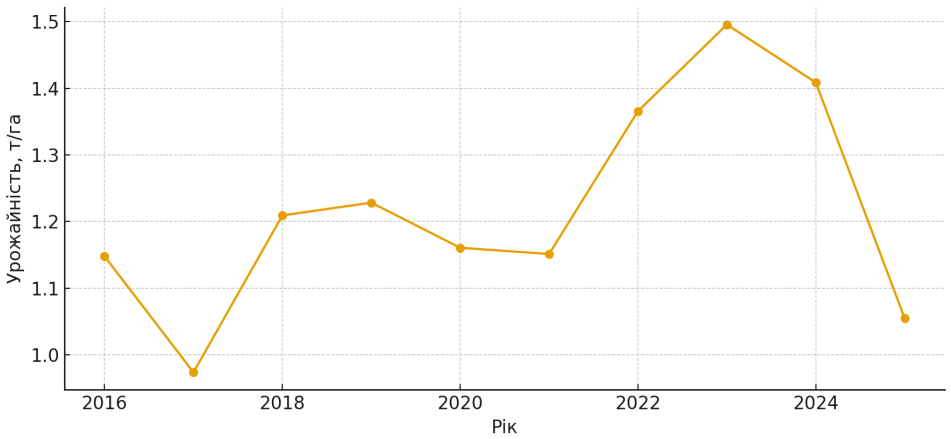

Рис. 2. Урожайність гречки в Україні (т/га) за період 2016-2025 р.р.

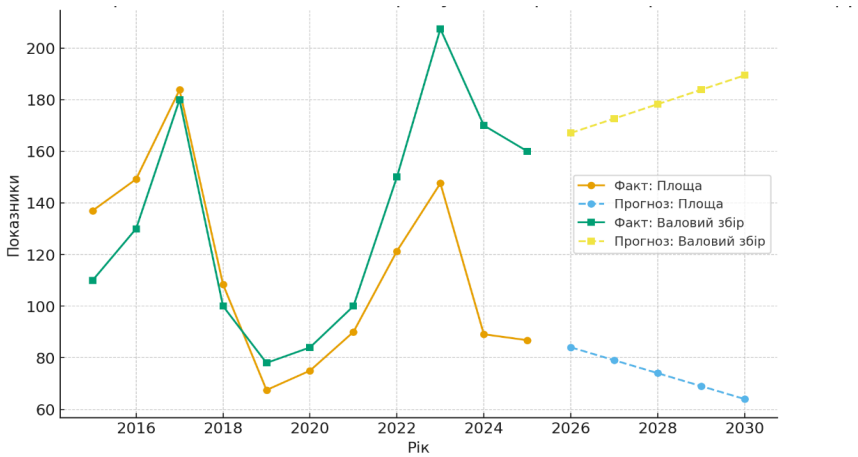

Рис. 3. Фактичні та прогнозовані показники вирощування гречки в Україні (2015-2030 р.р.)

ливого впливу сухого вітру; недостатньо розвинені коренева система й листкова поверхня рослин з розрахунку на одну квітку; особливості запилення квіток, пов'язані із статевим диморфізмом, та ін. Проте головною причиною слід вважати недосконалість вирощування гречки, ставлення до неї як до другорядної культури.

Серед переваг гречки як сидерату слід виділити короткий вегетаційний період (70-85 днів у залежності від сорту), а також добре розвинену кореневу систему стрижневого типу (довжина коренів може сягати 150 см), що сприяє глибокому розпушуванню ґрунту, поліпшенню його структури та дренажу. Крім того, гречка допомагає знизити рівень кислотності (pH) ґрунту, збагатити його органічними компонентами, калієм та фосфором. Для українських чорноземів, схильних до дегуміфікації при інтенсивному землеробстві, а також для кислотних дерново-підзолистих ґрунтів Полісся, ці властивості гречки мають стратегічне значення для підтримання та відновлення екологічної рівноваги [7-9].

Країни з розвиненим органічним та регенеративним землеробством активно використовують гречку за її унікальні функції:

Європейський Союз (Франція, Німечія, Польща, Литва): Тут гречку висівають як проміжну *(catch crop)* та покривну культуру між основними. Вона ефективно запобігає вимиванню нітратів, придушує розвиток бур'янів (особливо підмаренника чіпкого), а її коріння розпушує уплотнені шари ґрунту. Дослідження в Польщі довели її здатність мобілізувати фосфор, що особливо важливо для бідних цим елементом легких ґрунтів.

США та Канада: У системах органічного та сільського господарства, орієнтованого на збереження ресурсів *(conservation agriculture)*, гречка – популярний вибір для відновлення поля. Її швидкий ріст (70-85 днів) дозволяє швидко отримати велику об'ємну зелену масу для загортання або мульчування, що зменшує ерозію та збагачує ґрунт органікою. Програми підтримки фермерів, такі як *EQIP* в США, фінансово стимулюють використання покривних культур, включаючи гречку.

Японія та Китай: У цих країнах з давньою історією вирощування гречки є традиції її використання на маргінальних або відновлюваних землях для покращення їхнього стану перед введенням в інтенсивний обробіток.

Дослідженнями встановлено, що на кореневих системах гречки мешкає до 600 видів та рас діазотрофних і фосфатомобілізуючих мікроорганізмів, що володіють досить високою здатністю до фіксації азоту. За вмістом органічного азоту в коренях та соломі гречка лише трохи поступається зернобобовим культурам, однак переважає їх за кількістю доступного фосфору приблизно в 2,2–2,6 разу. Дослідження, проведені науковцями, підтверджують, що гречка ефективно мобілізує важкодоступні форми фосфору з ґрунтового комплексу, трансформуючи їх у легкодоступні для наступних культур форми. Це особливо актуально для ґрунтів з високим вмістом загального фосфору, але низькою його доступністю.

Гречка демонструє максимальну ефективність у мобілізації фосфору (5 балів), добру стійкість до бур'янів (4 бали).

Важливо пам'ятати, що азот із мінеральних добрив не тільки не може відшкодувати недостатню кількість гумусу та азоту, що вносяться з органікою, а й сприяє зменшенню вмісту гумусу в ґрунті через інтенсифікацію процесів його мінералізації. Адже саме гумус є основним компонентом органічної речовини ґрунту, який покращує його водно-повітряні характеристики, підвищує поглинальну здатність, зменшує щільність і робить ґрунт більш пухким. Особливого значення гумус набуває в системі органічного землеробства. На жаль, безпідстилкове утримання тварин призводить до суттєвого скорочення обсягів використання гною. У цій ситуації на допомогу приходять сидерати та застосування соломи різних культур. Вони сприяють збільшенню вмісту органічної речовини в ґрунті. В Україні проблеми дегуміфікації та дисбалансу гумусу також є гострими, особливо в регіонах з інтенсивним рослинництвом. Українські аграрії все частіше звертаються до сидерації як до альтернативи або доповнення до дефіцитного гною. Досвід використання гречки в цій якості, зокрема в господарствах, що переходять на органічне виробництво (наприклад, у Кіровоградській, Вінницькій, Чернігівській, Житомирській областях), демонструє позитивні результати.

Слід враховувати, що ефективність від загортання в ґрунт соломи різних культур не є однаковою. У цьому контексті гречка вирізняється серед інших культур порівняно високим вмістом органічного азоту, а також здатністю підвищувати рухливість фосфорних сполук та їх доступність для рослин.

Згідно з розрахунками агрохіміків, залежно від системи удобрення, разом із органічними рештками гречки можна додатково забезпечити в ґрунті на один гектар понад 300 кілограмів поживних речовин: до 76 кг азоту, 34 кг фосфору, 202 кг калію та 15 кг магнію. Для сучасних умов, де внесення соломи зернових (пшениці, ячменю) є поширеною практикою, важливо провести порівняльний аналіз ефективності різних видів соломи. Дослідження, проведені на базі Херсонського державного аграрно-економічного університету, вказують на те, що солома гречки має більш сприятливе співвідношення C:N (вуглець-азот) порівняно з соломою зернових колосових, що сприяє швидшому її розкладанню без ризику іммобілізації (зв'язування) азоту в ґрунті на тривалий період. Результати досліджень (Рис 5) підтверджують, що гречка є винятково збалансованим сидератом з високим поверненням калію та помірно високим – азоту і фосфору

Доведено, що додаткове надходження поживних речовин при заорюванні стерні та соломи гречки підвищує врожайність культур які вирощуються в подальшій сівозміні від 7-10%. При цьому відпадає потреба у внесенні компенсаційних доз мінерального азоту (що, згідно з окремими рекомендаціями, становить близько 8 кг на тонну соломи). В Україні, де картопля є стратегічно важливою продовольчою та експортною культурою, особливо в Поліській та Лісостеповій зонах, таке підвищення ефективності має велике практичне значення. Полеві досліди, проведені в умовах Житомирської області, показали, що заробка соломи гречки під

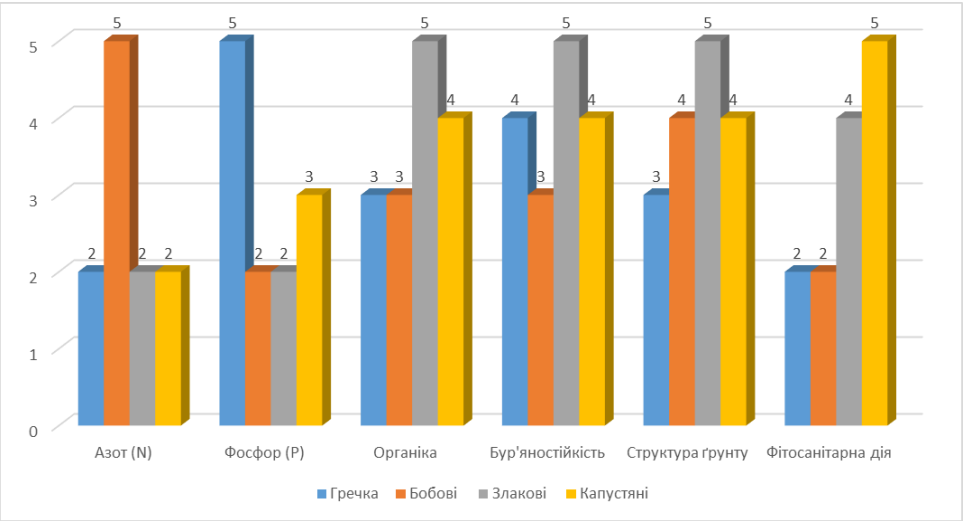

Рис. 4. Порівняльна ефективність сидератів за ключовими параметрами (шкала 0–5)

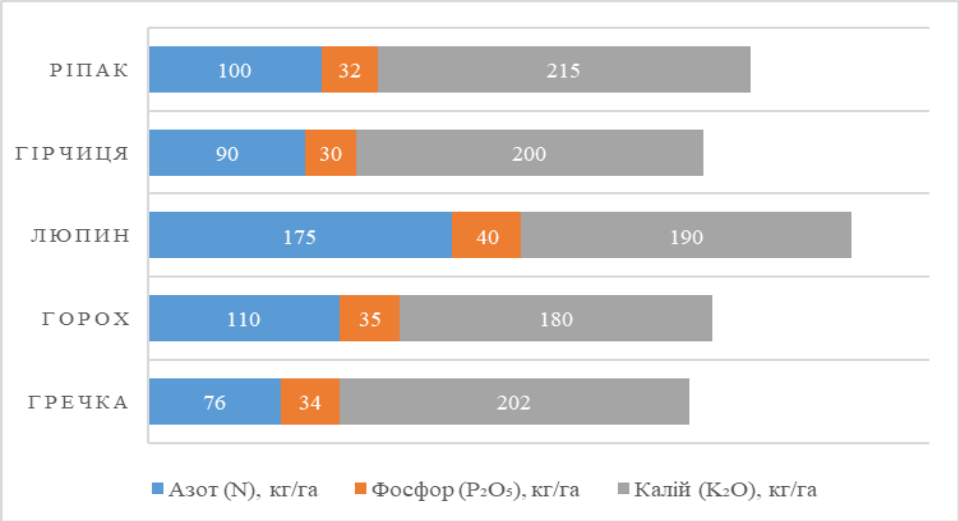

Рис. 5. Порівняння сидератів за поверненням N-P-K (кг/га, усереднені значення)

картоплю дозволяє не лише підвищити урожайність, але й покращити товарність бульб і знизити рівень їх ураження паршею (*Scabies of potato*. Збудник:. *Streptomyces scabies)*.

Позитивний вплив також спостерігається при заорюванні гречаної соломи під час вирощування таких зернових культур, як яра пшениця та ячмінь, навіть без додавання мінеральних добрив (NPK) та протруювання насіння. Цей прийом підвищував урожайність пшениці на 14,5%, а ярового ячменю – на 37,7% при середній урожайності останнього 29,6 ц/га у порівнянні з варіантом, де запахувалися лише кореневі залишки. Зернові господарства, які прагнуть знизити собівартість продукції та збільшити її екологічну цінність, можуть інтегрувати гречку в сівозміну як попередника для ярих зернових. Це особливо актуально в зонах недостатнього зволоження, де короткий вегетаційний період гречки дозволяє ефективно використовувати вологозапаси і залишити після себе структурований, збагачений ґрунт для наступної культури.

Користь від заорювання рослин гречки є беззаперечною. Фермерам та власникам приватних земельних ділянок варто взяти на озброєння такий метод поліпшення ґрунту та отримання екологічно чистої продукції. Вони можуть застосовувати гречку або як сидерат, або у вигляді соломи та пожнивних решток. Україна має всі передумови для того, щоб стати європейським лідером не лише у виробництві гречаної крупи, але й у розвитку інноваційних, ґрунтозберігаючих технологій на її основі [10,11].

Фахівці з овочівництва довели ефективність ще одного побічного продукту переробки гречки – гречаної лузги. Її можна додавати до складу торф'яних субстратів у пропорції 35–50% від загального обсягу при вирощуванні томатів у захищеному ґрунті. Це значно підвищує стійкість томатів до захворювань, а також збільшує урожайність на 11,4–11,5%. Більш того, науковці зазначають, що у процесі розкладання органічної речовини гречаної лузги виділяються стимулятори росту, які підвищують вміст водорозчинних органічних сполук у субстраті, роблячи їх більш доступними для рослин.

Гречана промисловість генерує великі обсяги лузги, яка часто вважається відходом. Її перетворення на високоефективний компонент субстратів для тепличних господарств України (наприклад, в Херсонській, Харківській, Дніпропетровській областях) може відкрити новий ринок збуту та сприяти розвитку циркулярної економіки в АПК. Херсонський державний аграрно-економічний університет активно досліджують властивості різних органічних відходів для використання в субстратах.

Заорювання соломи гречки або її зеленої маси також позитивно впливає на зменшення кількості в ґрунті патогенних грибів, що викликають різні хвороби рослин. Так, мікологічний аналіз ґрунту ділянки, де після запашки гречаної соломи вирощували пшеницю та ячмінь, показав, що розвиток кореневих гнилей, зумовлених представниками роду *Fusarium* (основними збудниками даного захворювання), зменшувався в 2–4 рази. Схожий ефект спостерігався і при вирощуванні картоплі та овочевих культур після заорювання гречаної соломи. Ґрунт добре очищався від інфекції. Фітосанітарний ефект гречки має велике значення для України, де поширені такі ґрунтові патогени, як *Fusarium* та *Rhizoctonia*. Використання гречки в сівозміні може стати екологічною альтернативою або доповненням до хімічного протруювання насіння та грунту, що відповідає тенденції зменшення пестицидного навантаження в рамках євроінтеграційних вимог.

Вченими Херсонського державного аграрно-економічного університету встановлено, що гречка є цінним селективним біофунгіцидним сидератом, особливо ефективним проти збудників кореневих гнилей *(Fusarium, Rhizoctonia)*, що поширені в Україні.

Таблиця 1 – Порівняльна фітосанітарна ефективність сидератів

Культура	Механізм дії	Цільові патогени	Переваги	Обмеження
Гречка	Алелопатія (феноли)	*Fusarium, Rhizoctonia*	Селективна дія, безпечна для корисних бактерій, швидкий ефект (60-70 днів)	Короткочасна дія, неефективна проти нематод
Гірчиця біла	Біофумігація (гази)	Широкий спектр грибів, нематоди	Найширший спектр дії, висока ефективність проти нематод	Пригнічує корисну мікрофлору, заборона у сівозміні з капустяними
Жито озиме	Алелопатія (алкалоїди)	Бур'яни, окремі гриби	Найсильніший ефект на бур'яни, тривала дія	Слабка дія на гриби, може пригнічувати сходи наступних культур
Бобові	Опосередкований вплив	Загальне оздоровлення	Розвиває корисну мікрофлору, азотофіксація	Без прямої фунгіцидної дії

Таблиця 2 – Практичні рекомендації для вибору

Проблема в ґрунті	Пріоритетний сидерат	Додатковий варіант
Збудники кореневих гнилей Fusarium, Rhizoctonia	Гречка	Гірчиця біла
Нематоди	Гірчиця біла	Жито озиме
Комплекс грибів + бур'яни	Жито озиме	Суміш жито + гірчиця
Погіршення стану ґрунту	Бобові	Суміш бобових з гречкою

Її перевага – у поєднанні фітосанітарної дії з підвищенням доступності фосфору та калію, без негативного впливу на корисну мікрофлору. Для комплексного оздоровлення ґрунту та відповідності вимогам зменшення пестицидного навантаження *(ЄС Green Deal)* доцільно використовувати гречку у сумішах або послідовності з іншими сидератами (гірчиця, бобові, жито).

Ще одним позитивним аспектом є можливість використання гречки для поліпшення ділянок з низькою родючістю шляхом її повторного висіву протягом до 4 років із регулярним заорюванням соломи та пожнивних решток. На більш окультурених ґрунтах цей термін може сягати шести років. При цьому навіть одноразове вирощування гречки дозволяє очистити ділянку від дротяника без застосування дорогих агрохімікатів. Ця властивість гречки надзвичайно важлива для українських регіонів, де дротяник (личинки жуків-коваликів) є серйозним шкідником для картоплі, кукурудзи та інших культур, особливо на новоосвоєних або запущених землях. Застосування гречки в якості «біологічного меліоранта» може бути ефективним елементом в системах інтегрованого захисту рослин. Систематичне використання гречки як у якості сидерату, так і шляхом заорювання її соломи та рослинних залишків, позитивно позначиться на підвищенні родючості ґрунтів. В Україні значні площі деградовані і їх родючість часто обмежена низьким вмістом гумусу та поганою структурою. Тому впровадження гречки в агроценози цих регіонів може стати ключовим фактором сталого інтенсифікованого землеробства, спрямованого на відновлення ґрунтових ресурсів.

Висновки. Гречка *(Fagopyrum esculentum Moench)* для України має стратегічне значення не лише як круп'яна, але й як сидеральна культура. Вона забезпечує повернення у ґрунт понад 300 кг/га поживних речовин, включаючи до 76 кг/га азоту, 34 кг/га фосфору, 202 кг/га калію та 15 кг/га магнію, демонструючи особливу ефективність у накопиченні калію. Порівняно з соломою зернових колосових культур, солома гречки має сприятливіше співвідношення C:N, що сприяє її прискореній мінералізації та виключає ризик тривалої іммобілізації азоту в ґрунті. Результати досліджень Херсонського державного аграрно-економічного університету підтверджують, що гречка є ефективним селективним біофунгіцидним сидератом, який проявляє супресивну активність щодо збудників кореневих гнилій *Fusarium* та *Rhizoctonia*, поширених в агроценозах України. Її ключова перевага полягає в комплексності дії: поєднанні фітосанітарної функції зі здатністю мобілізувати важкодоступний фосфор і накопичувати калій, без негативного впливу на корисну мікрофлору ґрунту. Інтеграція гречки в сівозміни як сидеральної культури дозволяє одночасно вирішувати задачі оздоровлення ґрунту, боротьби з патогенами, оптимізації балансу поживних речовин та формування стійких агроекосистем, адаптованих до умов Півдня України, що відповідає вимогам сучасного сталого землеробства та сприяє зменшенню залежності від хімічних засобів. Подальші наші дослідження мають на меті перетворити гречку з цінного агротехнічного ресурсу у стандартизований, науково обґрунтований інструмент для формування стійких, екологічно збалансованих агроценозів в Україні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Ворона П. С. Гречка. Адаптивні технології вирощування : навч. посіб. Одеса : Олді+, 2025. 256 с. ISBN 978-966-289-971-9.

2. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Ворона П. С. Гречка татарська – перспективна культура для біорізноманіття та агроекологічної стійкості. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки.* 2025. Вип. 143, ч. 1. С. 12–19. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.2

3. Averchev O. V., Nikitenko M. P. Adaptive technologies for growing Tatar Buckwheat (Fagopyrum tataricum). *Modern agronomy trends. Innovation sustainable development and the future of agriculture : scientific monograph.* Riga : Baltija Publishing, 2025. P. 2–28. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-1

4. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Йосипенко І. В. Економічні аспекти вирощування та виробництва гречки проса та рису в Україні. *Таврійський науковий вісник.* 2023. Вип. 129. С. 346. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.2

5. Аверчев О. В., Фесенко Г. О., Гончарський І. Л. Сучасні тенденції та перспективи вирощування гречки в Україні та світі. *Наукове забезпечення технологічного прогресу XXI сторіччя : матеріали Міжнар. наук. конф. (Чернівці, 1 трав. 2020 р.).* Чернівці : МЦНД, 2020. Т. 1. С. 77–80. https://doi.org/10.36074/01.05.2020.v1.13 .

6. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Йосипенко І. В. Впровадження біологічних методів боротьби з шкідниками та хворобами на посівах гречки. *Проблемні аспекти в економіці, фінансах та управлінні : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 16 квіт. 2021 р.).* Одеса : Східноєвропейський центр наук. дослідж., 2021. С. 69–71. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/5990?show=full (дата звернення: 13.11.2025)

7. Мащенко Ю. В., Семеняка І. М. Удосконалена технологія вирощування гречки в умовах Північного Степу України : моногр. Київ : «Аграрна наука», 2018. 184 с. ISBN 978-966-540-520-7

8. Новохацький М., Нілова Н., Погорілий П. Сидерати – біологічний фактор відтворення родючості ґрунту. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України.* 2015. № 19. С. 384–396. URL: https://surl.li/asybpd (дата звернення: 26.11.2025)

9. Карпенко В. Г., Панченко О. Б. Зміна агрофізичних показників родючості ґрунту та продуктивності гречки залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення. *Агробіологія.* 2014. № 2. С. 43–46. URL: https://surl.li/nmvlun (дата звернення: 29.11.2025)

10. Онишко Т. О., Облаушко А. П., Ткаченко О. А., Яловець С. М. Біологічні фактори формування врожайності зерна гречки. *Honcharivski chytannya dedicated to the 94th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences Professor Mykolay Dem'yanovych Honcharov.* 2023. С. 123. URL: https://surl.li/zkafrh (дата звернення: 22.11.2025)

11. Амонс С. Е. Сидерати та їх роль у відновленні родючості ґрунтів. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності» (Вінниця, 23–24 трав. 2024 р.).* Вінниця, 2024. URL: http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/37707.pdf (дата звернення: 13.11.2025)

12. Державна служба статистики України. *Статистичний збірник.* Київ : ДССУ, 2025. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення: 29.10.2025)

13. FAO. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2025.* Rome. 2025. URL: https://doi.org/10.4060/cd4313en (дата звернення: 10.11.2025)

REFERENCES:

1. Averchev, O.V., Nikitenko, M.P., & Vorona, P.S. (2025). Hrechka. Adaptyvni tekhnolohii vyroshchuvannia: navch. posib. [Buckwheat. Adaptive cultivation technologies: a textbook]. Odesa: Oldi+, 256 p. [in Ukrainian]. ISBN 978-966-289-971-9

2. Averchev, O.V., Nikitenko, M.P., & Vorona, P.S. (2025). Hrechka tatarska – perspektyvna kultura dlia bioriznomanittia ta ahroekolohichnoi stiikosti [Tartary buckwheat – a promising crop for biodiversity and agroecological stability]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky, 143(1), 12–19 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.2

3. Averchev, O.V., & Nikitenko, M.P. (2025). Adaptive technologies for growing Tatar Buckwheat (Fagopyrum tataricum). Modern agronomy trends. Innovation sustainable development and the future of agriculture: scientific monograph. Riga: Baltija Publishing, 2–28 https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-1

4. Averchev, O.V., Nikitenko, M.P., & Yosypenko, I.V. (2023). Ekonomichni aspekty vyroshchuvannia ta vyrobnytstva hrechky prosa ta rysu v Ukraini [Economic aspects of growing and producing buckwheat, millet and rice in Ukraine]. Tavriiskyi naukovyi visnyk, 129, 346 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.2

5. Averchev, O.V., Fesenko, H.O., & Honcharskyi, I.L. (2020). Suchasni tendentsii ta perspektyvy vyroshchuvannia hrechky v Ukraini ta sviti [Modern trends and prospects of buckwheat cultivation in Ukraine and the world]. Chernivtsi: MTsND, Naukove zabezpechennia tekhnolohichnoho prohresu XXI storichchia: materialy Mizhnar. nauk. konf. (Chernivtsi, 1 trav. 2020 r.), 1, 77–80. DOI: 10.36074/01.05.2020.v1 [in Ukrainian]. https://doi.org/10.36074/01.05.2020.v1.13.

6. Averchev, O.V., Nikitenko, M.P., & Yosypenko, I.V. (2021). Vprovadzhennia biolohichnykh metodiv borotby z shkidnykamy ta khvorobamy na posivakh hrechky [Implementation of biological methods of pest and disease control on buckwheat crops]. Odesa: Skhidnoievropeiskyi tsentr nauk. doslidzh., Problemni aspekty v ekonomitsi, finansakh ta upravlinni: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Odesa, 16 kvit. 2021 r.), 69–71 [in Ukrainian]. URL: https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/5990?show=full (data zvernennia 13.11.2025)

7. Mashchenko Yu. V., Semeniaka I. M. Udoskonalena tekhnolohiia vyroshchuvannia hrechky v umovakh Pivnichnoho Stepu Ukrainy [Improved technology for growing buckwheat in the Northern Steppe of Ukraine] : monohr. Kyiv : «Ahrarna nauka», 2018. 184 s. [in Ukrainian]. ISBN 978-966-540-520-7

8. Novokhatskyi, M., Nilova, N., & Pohorilyi, P. (2015). Syderaty – biolohichnyi faktor vidtvorennia rodiuchosti gruntu [Green manure – a biological factor in restoring soil fertility]. Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniky i tekhnolohii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy, 19, 384–396 [in Ukrainian]. URL: https://surl.li/asybpd (data zvernennia 26.11.2025)

9. Karpenko, V.H., & Panchenko, O.B. (2014). Zmina ahrofizychnykh pokaznykiv rodiuchosti gruntu ta produktyvnosti hrechky zalezhno vid system obrobitku gruntu ta udobrennia [Changes in agrophysical indicators of soil fertility and buckwheat productivity depending on soil tillage and fertilization systems]. Ahrobiolohiia, 2, 43–46 [in Ukrainian]. URL: https://surl.li/nmvlun (data zvernennia 29.11.2025)

10. Onyshko, T.O., Oblaushko, A.P., Tkachenko, O.A., & Yalovets, S.M. (2023). Biolohichni faktory formuvannia vrozhainosti zerna hrechky [Biological factors of buckwheat grain yield formation]. Honcharivski chytannya dedicated to the 94th anniversary of Professor Mykolay Demyanovych Honcharov, 123 [in Ukrainian]. URL: https://surl.li/zkafrh (data zvernennia 22.11.2025)

11. Amons, S.E. (2024). Syderaty ta yikh rol u vidnovlenni rodiuchosti gruntiv [Green manure and its role in restoring soil fertility]. Vinnytsia: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Ekolohooriientovani tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskoi produktsii v umovakh gruntozberezhennia ta klimatychnoi neitralnosti» (Vinnytsia, 23–24 trav. 2024 r.) [in Ukrainian]. URL: http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/37707.pdf (data zvernennia 13.11.2025)

12. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2025). Statystychnyi zbirnyk [Statistical yearbook]. Kyiv: DSSU [in Ukrainian]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/ (data zvernennia 29.10.2025)

13. FAO. 2025. *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2025*. Rome. URL: https://doi.org/10.4060/cd4313en (data zvernennia 10.11.2025)

Аверчев О.В., Нікітенко М.П., Козаченко Є.М. Агроекологічна роль гречки в системах землеробства

Мета статті. Метою роботи було узагальнення світового досвіду та наукового обґрунтування агроекологічної цінності гречки як сидеральної та ґрунтополіпшуючої культури. Стаття спрямована на оцінку потенціалу гречки для впровадження в сучасні українські агросистеми для підвищення їх продуктивності та екологічної стійкості.

Методи. У дослідженні застосовано методи аналітичного огляду наукової літератури та узагальнення емпіричних даних. Було проаналізовано світовий досвід (Франція, Польща, Литва, США, Канада) щодо використання гречки як покривної та проміжної культури. Для українського контексту досліджено динаміку посівних площ і урожайності, а також оцінено ґрунтополіпшуючі властивості культури, зокрема її здатність до мобілізації фосфору, формування біомаси та поживну цінність побічної продукції.

Результати. Встановлено, що гречка є перспективною сидеральною культурою, здатною швидко формувати значну біомасу з оптимальним співвідношенням C:N, що забезпечує її швидке розкладання без іммобілізації азоту в ґрунті. Культура ефективно пригнічує бур'яни та активізує мікробіологічну діяльність у кореневій зоні. Показано, що заорювання побічної продукції гречки забезпечує підвищення урожайності послідовних культур у сівозміні на 7–10%, а для ярої пшениці та ячменю – до 14,5% та 37,7% відповідно. Гречка демонструє високу ефективність у мобілізації важкодоступних форм фосфору та забезпеченні ґрунту азотом, калієм і магнієм.

Висновки. Отримані результати свідчать, що гречка є стратегічно важливою, але недооціненою культурою для відновлення родючості ґрунтів та розвитку регенеративного землеробства в Україні. Раціональна інтеграція гречки як сидерату в сівозміни здатна значно підвищити екологічну стійкість агроекосистем, покращити структуру та біологічну активність ґрунту, сприяючи розвитку органічного та ресурсозберігаючого землеробства. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення конкретних регіональних технологій її використання в різних ґрунтово-кліматичних зонах країни.

Ключові слова: гречка, сидерація, покривна культура, ґрунтополіпшуюча рослина, регенеративне землеробство, органічна речовина, мобілізація фосфору, агроекологія, сівозміна.

Averchev O.V., Nikitenko M.P., Kozachenko Ye.M. Agroecological role of buckwheat in farming systems

Purpose of the article. The aim of this work was to summarize global experience and provide a scientific rationale for the agroecological value of buckwheat as a green manure and soil-improving crop. The article is aimed at assessing the potential of buckwheat for integration into modern Ukrainian agricultural systems to enhance their productivity and environmental sustainability.

Methods. The study employed methods of analytical review of scientific literature and synthesis of empirical data. Global practices (France, Poland, Lithuania, USA, Canada) regarding the use of buckwheat as a cover crop and catch crop were analyzed. For the Ukrainian context, the dynamics of sown areas and yield were investigated, and the soil-improving properties of the crop were evaluated, particularly its ability to mobilize phosphorus, form biomass, and the nutritional value of its by-products.

Results. It was established that buckwheat is a promising green manure crop capable of rapidly forming significant biomass with an optimal C:N ratio, ensuring its fast decomposition without nitrogen immobilization in the soil. The crop effectively suppresses weeds and activates microbiological activity in the root zone. It was shown that incorporating buckwheat by-products into the soil increases the yield of subsequent crops in the crop rotation by 7–10%, and for spring wheat and barley – by up to 14.5% and 37.7%, respectively. Buckwheat demonstrates high efficiency in mobilizing hard-to-access forms of phosphorus and enriching the soil with nitrogen, potassium, and magnesium.

Conclusions. The obtained results indicate that buckwheat is a strategically important yet underutilized crop for restoring soil fertility and developing regenerative agriculture in Ukraine. The rational integration of buckwheat as a green manure into crop rotations can significantly enhance the ecological resilience of agroecosystems, improve soil structure and biological activity, thereby promoting the development of organic and

resource-efficient farming. Further research should be directed towards developing specific regional technologies for its use in various soil and climatic zones of the country.

Key words: buckwheat, green manure, cover crop, soil-improving plant, regenerative agriculture, organic matter, phosphorus mobilization, agroecology, crop rotation.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 24.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.15: 631.524.84: 631.8: 631.527.5
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.2

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ (*ZEA MAYS)*

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
ХАРИТЕНКО Б.Р. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0008-3257-8399
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
ШЕВЧЕНКО І.А. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0002-9927-277X
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
КОРОТУШЕНКО К.Ю. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0003-1364-6329
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
ДАЦЕНКО Д.М. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0009-0584-3545
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету

Постановка проблеми. За агротехнічним значенням кукурудза є важливою у структурі сівозміни, оскільки вважається добрим попередником для інших польових культур. Згідно агротехнічних вимог культура залишає поле після себе чистим від бур'янів та забезпечує грунт органікою. Тому кукурудза має попит серед виробників.

Але на сьогоднішній день ефективним є використання матеріально-технічних ресурсів за вирощування культур. Акцент зосереджено на використанні засобів захисту рослин та добрив, скільки головною задачею аграрного сектора є стабільне виробництво основної продукції, зокрема і зерна [2; 4; 5; 11].

З метою отримання високої і стабільної урожайності зерна кукурудзи важливо враховувати комплексний підхід до вирощування даної культури, серед яких актуальним є вивчення впливу удобрення на формування високопродуктивного потенціалу гібридів кукурудзи, зокрема мікродобрив.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологія вирощування кукурудзи враховує внесення підвищених норм добрив, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами. Але, навіть, за високого агрофону важко отримати високу урожайність культури [1; 12; 14].

Тому за сучасних технологій використання мікродобрив є важливою складовою, оскільки вони забезпечують збалансоване живлення рослин. Дослідниками встановлено ефективність використання даних препаратів за передпосівної обробки насіння культури. Вони сприяють підвищенню посівних якостей насіння, а також впливають на ріст і розвиток рослин та рівень урожайності. Це, в свою чергу, збільшує життєздатність рослин кукурудзи та їх стійкість до несприятливих чинників на ранніх етапах вегетації [3; 13; 15].

Але крім передпосівної обробки насіння, важливим є також використання мікродобрив у критичні фази розвитку рослин під час вегетації. Наразі застосування позакореневого підживлення рослин кукурудзи є ефективним способом удобрення, оскільки сприяє кращому засвоєнні поживних елементів. За даного способу підживлення макро- і мікроелементи, необхідні рослинам кукурудзи, добре засвоюються у листових пластинах і проникають у наступні органи рослин та використовуються під час метаболізму [9].

Мета статті. Мета досліджень полягала у вивченні прояву показників продуктивності рослин у середньостиглих гібридів кукурудзи компанії «Євраліс Семанс» залежно від обробки мікродобривом LF–кукурудза.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в умовах Полтавської області протягом 2024–2025 рр. Предмет дослідження – гібриди кукурудзи середньостиглої групи: ЕС Інвентів, ЕС Москіто, ЕС Метод.

Схема досліду:

1. Варіант без обробки (контроль).
2. Підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 листків (норма витрати препарату – 1,0 л/га).
3. Підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 6–8 листків (норма витрати препарату – 1,0 л/га).

4. Підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 листків+6–8 листків (норма витрати препарату – по 0,7 л/га).

Посів варіантів досліду виконували в оптимальні для лісостепової зони терміни. Глибина загортання насіння складала 4–6 см. Попередник – пшениця озима. Облікова площа ділянки дорівнювала 25 м^2. Повторність була чотириразовою.

Вивчали прояв наступних ознак за варіантами досліду: висота рослини (см); висота кріплення качана (см); кількість рядів зерен у качані; кількість зерен у ряду (шт.); маса 1000 зерен (г); маса зерна з качана (г); урожайність (у перерахунку та т/га).

Польові і лабораторні дослідження проводили згідно загальноприйнятих методик, статистичну обробку даних урожайності визначали методом дисперсійного аналізу за допомогою програми «Статистика 12,0» [6; 10].

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень згідно середніх даних ознака висоти рослин у досліджуваних гібридів кукурудзи за варіантами досліду відповідно дорівнював: гібрид ЕС Інвентів – 215,5–223,0 см, гібрид ЕС Москіто – 203,0–209,5 см, гібрид ЕС Метод – 221,5–229,0 см (рис. 1).

Ознака висоти прикріплення качана за варіантами обробки варіювала у межах: у гібриду ЕС Інвентів – 81,0–85,0 см, у гібриду ЕС Москіто – 89,0–94,0 см, у гібриду ЕС Метод – 93,0–98,0 см.

Ознака маси зерна з качана у досліджуваних гібридів залежно від варіанту обробки відповідно дорівнювала: гібрид ЕС Інвентів – 159,0–166,2 г, гібрид ЕС Москіто – 163,7–170,5 г, гібрид ЕС Метод – 174,9–182,1 г (рис. 2).

Ознака маси 1000 зерен у досліджуваних гібридів залежно від варіанту обробки дорівнювала: гібрид ЕС Інвентів – 269,5–278,2 г, гібрид ЕС Москіто – 284,5–293,0 г, гібрид ЕС Метод – 301,0–310,8 г.

За період досліджень більше значення урожайності кукурудзи за варіантами досліду відмічено у 2024 році, порівняно із поточним 2025 роком. Але досліджуваний показник мав відносно низьке значення через несприятливі погодні умови, що склалися у даний місцевості.

Так, ознака урожайності даної культури у 2024 році залежно від варіанту обробки

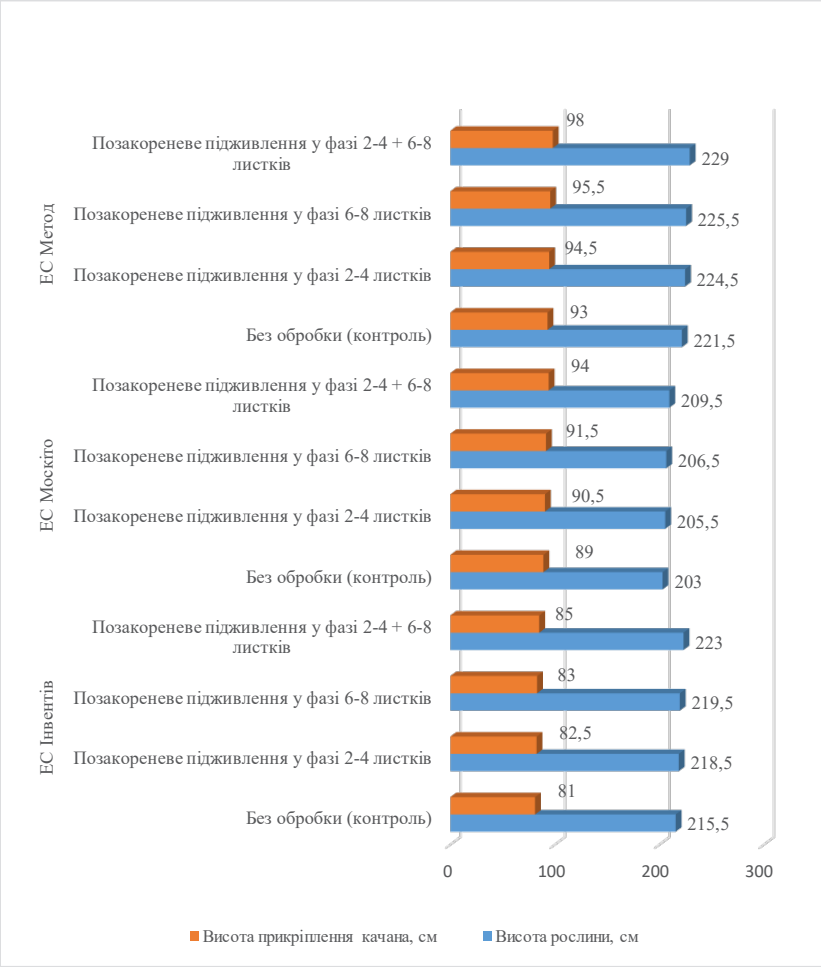

Рис. 1. Висота рослини та висота кріплення качана у рослин кукурудзи (середнє за 2024–2025 рр.)

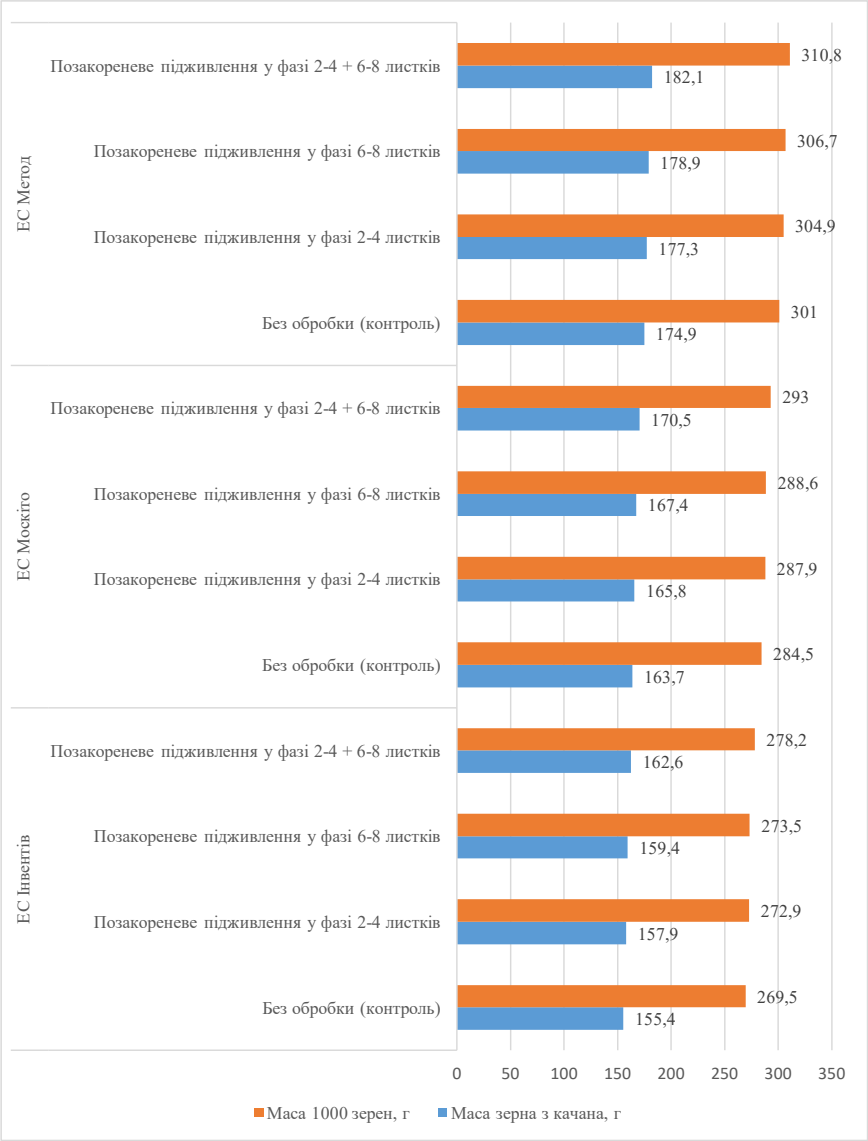

Рис. 2. Маса 1000 зерен та маса зерна з качана у рослин кукурудзи (середнє за 2024–2025 рр.)

у гібридів відповідно складала: гібрид ЕС Інвентів – 7,68–8,13 т/га, гібрид ЕС Москіто – 7,86–8,47 т/га, гібрид ЕС Метод – 8,08–8,72 т/га.

У 2025 році досліджувана ознака також залежно від варіанту досліду у гібридів варіювала таким чином: гібрид ЕС Інвентів – 6,04–6,49 т/га, гібрид ЕС Москіто – 6,27–6,78 т/га, гібрид ЕС Метод – 6,59–7,04 т/га.

У 2024 році за фактором А (гібрид) за досліджуваним показником гібрид кукурудзи ЕС Інвентів за всіма варіантами досліду істотно був менший за гібрид ЕС Метод. Гібрид ЕС Москіто не мав суттєвої різниці з обома гібридами ($НІР_{05}$=0,35 т/га).

У 2025 році за фактором А гібрид кукурудзи ЕС Інвентів за всіма варіантами досліду мав істотно меншу урожайність, ніж гібрид ЕС Метод. У той же час гібрид ЕС Метод суттєво перевищував обох гібридів за досліджуваною ознакою по варіантах без обробки та обробки мікродобривом у фазі 2–4 листків та істотно не відрізнявся від гібриду ЕС Москіто за варіантами обробки у фазі 6–8 листків та комплексної обробки даним препаратом ($НІР_{05}$=0,30 т/га).

За фактором В (варіант обробки) рівень урожайності усіх гібридів кукурудзи за варіантом комплексного підживлення даним мікродобривом істотно перевищував контроль та варіант позакореневого підживлення у фазі 2–4 листків, але суттєво не відрізнявся від варіанту підживлення у фазі 6–8 листків ($НІР_{05}$=0,28 т/га – у 2024 році; $НІР_{05}$=0,27 т/га – у 2025 році) (табл. 1).

Не дивлячись на низький рівень урожайності кукурудзи, за середніми даними можна виділити гібрид ЕС Метод із варіантом комплексного підживлення мікродобривом LF–кукурудза (7,88 т/га).

Висновки. За даними результатів досліджень було встановлено, що найбільш високорослим відмічено гібрид кукурудзи ЕС Метод за комплексної обробки мікродобривом LF–кукурудза із збільшенням даного показника на 7,5 см, порівняно з контролем. За показником висоти кріплення качана також виділено гібрид кукурудзи ЕС Метод за комплек-

Таблиця 1 – Урожайність кукурудзи, т/га

Гібрид (фактор А)	Варіант обробки (фактор В)	Роки			
		2024	2025	*середня*	± до контролю
ЕС Інвентів	1	7,68	6,04	*6,86*	-
	2	7,81	6,17	*6,99*	*0,14*
	3	7,98	6,30	7,14	0,28
	4	8,13	6,49	7,31	0,45
ЕС Москіто	1	7,86	6,27	*7,07*	-
	2	8,10	6,41	*7,26*	*0,19*
	3	8,23	6,54	*7,39*	*0,32*
	4	8,47	6,78	*7,63*	*0,56*
ЕС Метод	1	8,08	6,59	*7,34*	-
	2	8,21	6,73	*7,47*	*0,13*
	3	8,42	6,82	*7,62*	*0,28*
	4	8,72	7,04	*7,88*	*0,54*
Середнє по досліду = 7,33					
$НІР_{05}$ фактор (А)		0,35	0,30		
$НІР_{05}$ фактор (В)		0,28	0,27		
$НІР_{05}$ фактор (АВ)		0,38	0,32		

*Примітка: 1 – без обробки (контроль); 2 – позакореневе підживлення у фазі 2-4 листків; 3 – позакореневе підживлення у фазі 6-8 листків; 4 – позакореневе підживлення у фазі 2-4+6-8 листків.

сного використання даного препарату із збільшенням даного показника на 5,0 см, порівняно з контролем.

За середнім значенням маси зерна з качана можна виділити гібрид кукурудзи ЕС Метод із збільшенням даного показника за комплексної обробки мікродобривом на 7,2 г, порівняно з контролем. Крупне зерно кукурудзи також мав гібрид ЕС Метод, за середнім значенням якого спостерігалося збільшення показника за комплексного підживлення на 9,8 г, порівняно з контролем.

У середньому варіант позакореневого підживлення мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 + 6–8 листків у гібридів кукурудзи за ознакою урожайності перевищував варіанти досліду відповідно: контроль – на 0,45–0,56 т/га; варіант підживлення у фазі 2–4 листків – на 0,31–0,41 т/га; варіант підживлення у фазі 6–8 листків – на 0,16–0,24 т/га.

Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу даного препарату на показники якості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Баган А.В., Улізько В.М. Вплив позакореневого підживлення на урожайність середньостиглих гібридів кукурудзи (*Zea mays L.*). *Таврійський науковий вісник.* 2024. Вип. 140. С. 13–19. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.2

2. Баган А.В., Шакалій С.М., Юрченко С.О. Формування продуктивного потенціалу гібридів кукурудзи за групами стиглості. *Аграрні інновації*, 2022. №113. С. 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1

3. Волощук О.П., Стасів О.Ф., Глива В.В., Пащак М.О. Вплив передпосівної обробки насіння мікродобривами на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Західного Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2021. №69 (1). С. 44–61. https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-3

4. Дзюбецький Б.В., Рибка В.С., Черчель В.Ю. Скоростиглі гібриди як фактор енерго- і ресурсозбереження у виробництві зерна кукурудзи. *Таврійсь-кий науковий вісник.* 2007. Вип. 53. С. 27–36.

5. Дзюбецький Б.В., Рябченко Е.М. Адаптивна характеристика гібридів кукурудзи, створених на основі подвоєно-гаплоїдних ліній плазми Lancaster. *Селекція і насінництво*. 2015. № 107. С. 37–41.

6. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія, 2005. 288 с.

7. Жуйков О.Г., Давиденко І.А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»? *Таврійський науковий вісник.* 2024. № 136. Ч.1. С. 116–24. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.16

8. Молдован Ж.А., Собчук С.І. Оцінка показників індивідуальної продуктивності рослин кукурудзи за допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення. *Зернові культури*. 2018. Т. 2. No 1. С. 101–108.

9. Лавриненко Ю.О., Гож О.А. Ріст і розвиток рослин гібридів кукурудзи ФАО 180–430 за впливу регуляторів росту і мікродобрив в умовах зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство : збірник наукових праць*. 2016. Вип. 65. С. 128–131.

10. Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою. Дніпропетровськ, 2008. 27 с.

11. Надь Я. Кукурудза. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2012. 580 с.

12. Пелех Л.В. Формування продуктивності кукурудзи залежно від обробки стимуляторами росту рослин в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. No 5. С. 54–61.

13. Циков В.С. Ефективність застосування макро- і мікродобрив при вирощуванні кукурудзи. *Зернові культури*. 2017. Т. 1. No 1. С. 75–79.

14. Циков В.С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи мікроелементними препаратами сумісно з азотним мінеральним добривом. *Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2016. No 11. С. 23–27.

15. Шевченко Л.А., Чмель О.П., Хоменко С.В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Півночі України. *Аграрні інновації.* 2020. №4. С. 73–78. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11

REFERENCES:

1. Bahan A.V. & Ulizko V.M. Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na urozhainist serednostyhlykh hibrydiv kukurudzy (Zea mays L.) [The influence of foliar fertilization on the yield of mid-ripening corn hybrids (Zea mays L.)]. Tavriiskyi naukovyi. 2024. №140. S. 13–19. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.2 [in Ukrainian].

2. Bahan A.V., Shakalii S.M. & Yurchenko S.O. Formuvannia produktyvnoho potentsialu hibrydiv kukurudzy za hrupamy styhlosti [Formation of the productive potential of corn hybrids by maturity groups]. Ahrarni innovatsii. 2022. №113. S. 7–11. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.13.1 [in Ukrainian].

3. Voloshchuk O.P., Stasiv O.F., Hlyva V.V. & Pashchak M.O. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia mikrodobryvamy na produktyvnist hibrydiv kukurudzy v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of pre-sowing seed treatment with microfertilizers on the productivity of corn hybrids in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo. 2021 №9. S. 44–61 https://doi.org/10.32636/01308521.2021-(69)-3 [in Ukrainian].

4. Dziubetskyi B.V., Rybka V.S. & Cherchel V.Iu. Skorostyhli hibrydy yak faktor enerho- i resursozberezhennia u vyrobnytstvi zerna kukurudzy [Early-maturing hybrids as a factor of energy and resource saving in the production of corn grain]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. 2007. №53. S. 27–36 [in Ukrainian].

5. Dziubetskyi B.V. & Riabchenko E.M. Adaptyvna kharakterystyka hibrydiv kukurudzy, stvorenykh na osnovi podvoieno-haploidnykh linii plazmy Lancaster [Adaptive characteristics of corn hybrids created on the basis of doubled-haploid lines of Lancaster plasma]. Selektsiia i nasinnytstvo. 2015. №107. S. 37–41 [in Ukrainian].

6. Ieshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P. & Kostohryz P.V. Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Basics of scientific research in agronomy]. K.: Diia, 2005. 288 s. [in Ukrainian].

7. Zhuikov O.H. & Davydenko I.A. Pozakoreneve pidzhyvlennia kukurudzy mikrodobryvamy – diievyi element tekhnolohii chy «trend»? [Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a "trend"?]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. 2024. №*136. S. 116–24. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.1.16 [in Ukrainian].

8. Moldovan Zh.A. & Sobchuk S.I. Otsinka pokaznykiv indyvidualnoi produktyvnosti roslyn kukurudzy za doposivnoi obrobky nasinnia ta pozakorenevoho pidzhyvlennia [Assessment of individual productivity indicators of corn plants during pre-sowing seed treatment and foliar feeding]. Zernovi kultury. 2018. № 2. S. 101–108 [in Ukrainian].

9. Lavrynenko Yu.O. & Hozh O.A. Rist i rozvytok roslyn hibrydiv kukurudzy FAO 180–430 za vplyvu rehuliatoriv rostu i mikrodobryv v umovakh zroshennia na Pivdni Ukrainy [Growth and development of plants of corn hybrids FAO 180–430 under the influence of growth regulators and microfertilizers under irrigation conditions in the South of Ukraine]. Zroshuvane zemlerobstvo: zbirnyk naukovykh prats. 2016. №65. S. 128–131 [in Ukrainian].

10. Lebid Ye.M., Tsykov V.S. & Pashchenko Yu.M. Metodyka provedennia polovykh doslidiv z kukurudzoiu [Methodology for conducting field experiments with corn]. Dnipropetrovsk, 2008. 27 s. [in Ukrainian].

11. Nad Ya. Kukurudza [Corn]. Vinnytsia: FOP Korzun D.Iu., 2012. 580 s [in Ukrainian].

12. Pelekh L.V. 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]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. 2017. №5. S. 54–61 [in Ukrainian].

13. Tsykov V.S. Efektyvnist zastosuvannia makro- i mikrodobryv pry vyroshchuvanni kukurudzy [The effectiveness of the use of macro- and microfertilizers in the cultivation of corn]. Zernovi kultury. 2017. №1. S. 75–79 [in Ukrainian].

14. Tsykov V.S. 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]. Biul. In-tu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy. 2016. №11. S. 23-27 [in Ukrainian].

15. Shevchenko L.A., Chmel O.P. & Khomenko S.V. Vplyv mikrodobryv ta ristrehuliatoriv na produktyvnist hibrydiv kukurudzy v umovakh Pivnochi Ukrainy [The influence of microfertilizers and growth regulators on the productivity of corn hybrids in the conditions of the North of Ukraine]. Ahrarni innovatsii. 2020. № 4. S. 73–78. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11 [in Ukrainian].

Баган А.В., Шакалій С.М., Харитенко Б.Р., Шевченко І.А., Коротушенко К.Ю., Даценко Д.М. Вплив мікродобрив на продуктивність гібридів кукурудзи (Zea mays)

Мета. Мета досліджень полягала у вивченні впливу позакореневого підживлення мікродобривом LF–кукурудза на прояв біометричних показників рослини, елементи продуктивності та урожайність гібридів кукурудзи.

Методи. Використовували польові (дослідження біометричних показників рослин та рівня урожайності), лабораторні (визначення елементів продуктивності рослини) та статистичні (обробка результатів досліджень) методи. Об'єкт досліджень – гібриди кукурудзи середньостиглої групи: ЕС Інвентів, ЕС Москіто, ЕС Метод. Схема досліду: варіант без обробки (контроль); підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 листків; підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 6–8

листків; підживлення позакореневе рослин кукурудзи мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 листків+6–8 листків. Вивчали прояв наступних ознак за варіантами досліду: висота рослини: висота прикріплення качана; кількість рядів зерен у качані; кількість зерен у ряду; маса 1000 зерен; маса зерна з качана. Статистична обробка результатів досліджень включала проведення дисперсійного аналізу.

Результати. За даними результатів досліджень було встановлено, що по всіх досліджуваних показниках у кукурудзи виділено варіант комплексної обробки мікродобривом LF–кукурудза у фазі 2–4 листків+6–8 листків. За проявом біометричних показників рослини та елементів продуктивності виділено середньостиглий гібрид ЕС Метод за комплексної обробки даним препаратом. За середніми даними показника урожайності відмічено гібрид ЕС Метод із варіантом комплексного підживлення мікродобривом LF–кукурудза (7,88 т/га).

Висновки. Рекомендовано вирощувати середньостиглий гібрид кукурудзи ЕС Метод із варіантом комплексної обробки мікродобривом LF–кукурудза.

Ключові слова: біометричні показники рослин, елементи продуктивності, урожайність, позакореневе підживлення, середньостиглість.

Bahan A.V., Shakalii S.M., Kharytenko B.R., Shevchenko I.A., Korotushenko K.Yu., Datsenko D.M. The influence of microfertilizers on the productivity of corn hybrids (Zea mays)

Objective. The purpose of the research was to study the influence of foliar feeding with LF–corn microfertilizer on the manifestation of biometric indicators of the plant, productivity elements and yield of corn hybrids.

Methods. Field (study of biometric indicators of plants and the level of yield), laboratory (determination of plant productivity elements) and statistical (processing of research results) methods were used. The object of research is corn hybrids of the mid-ripening group: ES Inventiv, ES Mosquito, ES Method. Experimental scheme: no treatment option (control); foliar feeding of corn plants with LF–corn microfertilizer in the 2–4 leaf phase; foliar feeding of corn plants with LF–corn microfertilizer in the 6–8 leaf phase; foliar feeding of corn plants with microfertilizer LF–corn in the phase of 2–4 leaves + 6–8 leaves. The manifestation of the following signs was studied according to the experiment variants: plant height; height of attachment of the ear; number of rows of grains in the ear; number of grains in the row; mass of 1000 grains; mass of grain from the ear. Statistical processing of the research results included conducting a variance analysis.

Results. According to the research results, it was established that for all the studied indicators, a variant of complex treatment with microfertilizer LF–corn in the phase of 2–4 leaves + 6–8 leaves was selected for corn. According to the manifestation of biometric indicators of the plant and productivity elements, a mid-ripening hybrid ES Method with complex treatment with this preparation was selected. According to the average data of the yield indicator, a hybrid ES Method with a variant of complex feeding with microfertilizer LF–corn (7.88 t/ha) was selected.

Conclusions. It is recommended to grow a mid-season corn hybrid EC Method with the option of complex treatment with microfertilizer LF–corn.

Key words: biometric indicators of plants, productivity elements, yield, foliar feeding, mid-season**.**

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.41:631.527.3
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.3

ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ НА РОЗВИТОК ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ КОРМОВОГО БУРЯКА В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ

БЕЗВІКОННИЙ П.В. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент, докторант
orcid.org/0000–0003–4922–1763
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Нарощування виробництва молока та м'яса й збільшення поголів'я великої рогатої худоби безпосередньо залежить від ефективності кормової бази. Соковиті корми, які повинні складати не менше 30 % раціону в зимовий період, особливо після відновлення лактації у корів, є критично важливими для підтримання продуктивності та здоров'я тварин. Ефективне виробництво кормів для молочного скотарства є основою розвитку тваринництва та забезпечення населення України високоякісними молочними продуктами [7, 8].

Однією з ключових кормових культур є буряк кормовий, який забезпечує тварин високопоживними соковитими кормами, збалансованими за вмістом протеїну та вуглеводів. Крім того, вирощування цієї культури сприяє покращенню структури ґрунту та підвищенню його родючості [2].

У зв'язку з цим перед агровиробниками, які займаються виробництвом молочно-м'ясної продукції, постає завдання розробки сучасних технологій вирощування кормових культур, зокрема буряка кормового, що включає ретельний добір сортів та оптимізацію агротехнічних прийомів.

Незважаючи на численні дослідження, актуальною залишається проблема визначення конкретних агротехнічних і сортових факторів, що формують динаміку росту листкової поверхні у певних ґрунтово-кліматичних умовах. Вплив сортових особливостей, строків сівби та глибини загортання насіння на розвиток листкової поверхні буряка у західному Лісостепу досі недостатньо вивчений. Дослідження цих чинників дозволяє оптимізувати агротехніку та підвищити продуктивність культури в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Буряки кормові серед інших коренеплодів користуються попитом через високу економічну ефективність, оскільки здатні формувати значну біомасу за відносно низьких витрат на вирощування, характеризуються високим коефіцієнтом використання сонячної енергії та дають стабільні врожаї навіть за коливання погодних умов [6].

Площа листкової поверхні є ключовим морфометричним показником, що визначає фотосинтетичний потенціал, продуктивність та стійкість буряка кормового до стресових факторів середовища [1]. Формування листкового апарату значною мірою залежить від умов навколишнього середовища та агротехнічних заходів. Рослини по-різному реагують на температуру, вологість, освітленість і агрофон, що впливає на темпи наростання листя, інтенсивність фотосинтезу та адаптивні властивості агрофітоценозу [11].

Важливе значення мають строки сівби та глибина загортання насіння, оскільки вони впливають на проростання, дружність сходів та формування листкової поверхні. Своєчасний посів у оптимальні строки та на відповідну глибину сприяє рівномірному розвитку листків і формуванню максимальної фотосинтетичної поверхні, що визначає потенціал урожайності коренеплодів і загальної біомаси рослин [13].

Саме площа листків визначає кількість фотосинтетично активної радіації, яку засвоює рослина, інтенсивність перебігу фотосинтетичних процесів та загальну біологічну врожайність культури. Встановлено, що швидке наростання листкової маси в період активної вегетації створює передумови для формування високої маси коренеплодів і гички [4].

Вчені підкреслюють, що найвищі та найкращі за якістю врожаї можна отримати тільки в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватись раціональним використанням елементів технології, адаптивними сортами [16].

Л. М. Бурко вважає, що рівень урожайності безпосередньо визначається масштабом сформованої листкової поверхні, а також інтенсивністю та ефективністю її функціонування. Високі врожаї буряків кормових можуть бути отримані лише за умови підтримання максимальної фотосинтетичної активності рослин протягом усього періоду їх вегетації [3].

Листкова поверхня є не лише джерелом органічних речовин, але й показником стресостійкості буряків кормових. За високих температур, дефіциту вологи або ураження хворобами спостерігається передчасне старіння листків, зниження фотосинтезу та скорочення періоду їх активного функціонування, що негативно впливає на врожай. Вона формується під впливом факторів навколишнього середовища, у тісній взаємодії з іншими рослинами агрофітоценозу, та її можна змінювати відповідно до застосування елементів технології вирощування. А тому саме можливість агротехнічного впливу та направленість цих змін варто відслідкувати додатково [15].

Разом з тим наукових даних щодо впливу окремих елементів технології – строків сівби, глибини загортання насіння, сортових особливостей, умов зволоження та температурних режимів – на форму-

вання листкової поверхні буряків кормових ще недостатньо. У зв'язку з цим актуальними є подальші дослідження закономірностей формування листкового апарату за різних агроекологічних умов, пошук шляхів підвищення фотосинтетичного потенціалу та розроблення адаптивних технологій вирощування цієї культури в умовах зміни клімату.

Мета – дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на динаміку наростання площі листкової поверхні 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 0,79–1,02 мг екв. на 100 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 [12] та Методики проведення досліджень у буряківництві [5].

Результати досліджень. Проведені багаторічні польові дослідження (2020–2024 рр.) підтвердили (табл. 1), що площа листкової поверхні буряка кормового є ключовим морфометричним показником, який безпосередньо визначає фотосинтетичний потенціал, продуктивність та стійкість рослин до стресових чинників середовища. Динаміка її формування визначається взаємодією сортових особливостей та агротехнічних прийомів, зокрема строків сівби та глибини загортання насіння.

Аналіз результатів свідчить, що строки сівби мають вирішальний вплив на темпи наростання листкової поверхні. Ранні строки (6–8 квітня) забезпечують повільний старт розвитку рослин через низькі температури, що гальмує проростання та початковий ріст, але за сприятливих умов дозволяють рослинам використати весняну вологу та подовжити вегетаційний період.

Максимальні значення площі листкової поверхні фіксуються при сівбі у третій декаді квітня (24–26. IV), коли погодні умови сприяють швидкому формуванню потужної листкової розетки. Саме в цей період площа листкової поверхні досягає максимальних значень (до 50,08 тис. м²/га у сорту Стармон), що є критичним для накопичення біомаси. Пізні строки сівби (1–4 травня) скорочують період активного росту, що негативно позначається на площі листкової поверхні (максимум 43,41 тис. м^2/га сорту Стармон), а також на врожайності та якості продукції.

Динаміка наростання площі листкової поверхні вподовж вегетації характеризується поступовим збільшенням від фази сходів (4,05–9,12 тис. м^2/га на 10.06) до піку фотосинтетичної активності (32,08–50,08 тис. м^2/га на період 10.08), після чого спостерігається поступове зниження через відмирання старих листків (18,36–35,75 тис. м^2/га на 10.09) і завершення активної фотосинтетичної діяльності на момент збирання врожаю (12,35–26,06 тис. м^2/га на 05.10).

Серед досліджуваних сортів (Сонет, Ольжич, Стармон) найвищу листкову поверхню мав сорт Стармон, що свідчить про його генетичну здатність до інтенсивного росту та ефективного використання ФАР. Так, на період 10.08 площа листкової поверхні була на рівні 50,08 тис. м^2/га за умови висіву у 24–26 квітня на глибину 4–5 см. Це свідчить про високу потенційну продуктивність даного сорту та його здатність до активного фотосинтезу у ранні етапи розвитку. Висока площа листкової поверхні у фазу інтенсивного формування коренеплоду є передумовою для отримання високої урожайності буряка кормового, оскільки забезпечує максимальне нагромадження органічної речовини в коренеплодах і надземній масі. У вересні на період 10.09 в сорту Стармон (24–26.IV, 4–5 см) площа становила 35,75 тис. м^2/га, що вказує на здатність зберігати активну листкову масу впродовж тривалого періоду. На період збирання врожаю (05.10) площа листкової поверхні зменшилася до (26,06 тис. м^2/га), що свідчить про тривалу активність фотосинтетичного апарату, важливу для формування маси коренеплодів у пізній період.

Сорт Ольжич також демонстрував високі показники формування листкової поверхні (44,81 тис. м^2/га), тоді як Сонет поступався за цим параметром (40,93 тис. м^2/га), що вказує на сортові відмінності у швидкості наростання листкової маси.

Аналіз динаміки показників у часовому розрізі свідчить про перевагу строку сівби 24–26 квітня. У цей період впродовж усіх років досліджень складалися найсприятливіші агрометеорологічні умови для проростання насіння, формування розетки листків та подальшого наростання листкової маси.

Глибина загортання насіння є важливим фактором, що впливає на рівномірність і швидкість появи сходів, розвиток кореневої системи та листкового апарату. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі зна-

Таблиця 1 – Динаміка наростання площі листкової поверхні рослин буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, тис. м²/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)	Дата визначення				
			10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	6–8 IV	2–3	4,25	25,78	35,10	19,20	12,35
		4–5	5,08	26,15	37,06	21,77	13,96
		6–7	5,52	27,47	33,17	19,91	13,14
	14–17 IV (к)*	2–3	5,03	27,84	35,34	22,11	14,16
		4–5	6,26	29,61	39,28	24,78	15,81
		6–7	5,84	28,22	37,43	23,03	14,97
	24–26 IV	2–3	6,99	30,92	42,62	25,02	15,97
		4–5	8,12	32,82	40,93	27,79	17,66
		6–7	7,74	31,32	38,60	26,15	16,80
	1–4 V	2–3	4,05	24,76	32,08	20,17	13,25
		4–5	5,33	26,40	35,94	22,77	14,88
		6–7	4,89	25,12	33,93	20,95	14,06
Ольжич	6–8 IV	2–3	5,63	30,78	37,24	18,36	14,24
		4–5	6,33	32,06	39,52	21,14	15,30
		6–7	7,75	33,37	38,07	19,69	14,61
	14–17 IV (к)*	2–3	6,36	32,58	39,14	23,21	16,96
		4–5	8,45	35,24	41,47	26,16	18,08
		6–7	7,04	33,87	40,11	24,89	17,35
	24–26 IV	2–3	8,32	35,66	43,61	26,12	18,77
		4–5	10,31	38,45	44,81	29,17	19,93
		6–7	8,94	36,97	42,40	28,01	19,18
	1–4 V	2–3	4,40	27,44	33,71	21,51	16,24
		4–5	6,59	29,89	35,91	24,40	17,34
		6–7	5,14	28,70	34,28	23,07	16,62
Стармон	6–8 IV	2–3	6,33	35,05	42,43	28,62	19,76
		4–5	7,50	36,34	45,80	31,25	22,35
		6–7	8,68	37,65	43,98	29,51	21,59
	14–17 IV (к)*	2–3	7,02	36,95	44,44	32,50	22,48
		4–5	9,33	39,63	47,86	35,26	25,13
		6–7	8,17	38,25	46,14	33,67	24,33
	24–26 IV	2–3	8,00	39,01	46,61	34,44	23,39
		4–5	10,26	41,77	50,08	37,27	26,06
		6–7	9,12	40,32	48,47	35,75	25,24
	1–4 V	2–3	6,04	32,84	40,10	30,71	21,66
		4–5	8,40	35,35	43,41	33,40	24,30
		6–7	7,22	34,11	41,47	31,75	23,51

чення площі листкової поверхні незалежно від строків сівби для усіх досліджуваних сортів (зокрема у сорту Стармон – 50,08 тис. м²/га на 10.08). Занадто мілке (2–3 см) або глибоке (6–7 см) загортання призводить до зниження цього показника через гіршу польову схожість, сповільнений розвиток паростка на початковому етапі росту та меншу активність фотосинтетичного апарату.

Таким чином, оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння дозволяє підвищити площу листкової поверхні на 15–25 % порівняно з контрольними варіантами, що безпосередньо корелює з приростом врожайності.

Результати наших досліджень підтверджуються попередніми науковими роботами, проведеними у Польщі, Німеччині та в Україні, що оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння є ключовими факторами формування максимальної площі листкової поверхні та врожайності буряка. Зокрема, рання сівба за несприятливих температурних умов уповільнює стартовий ріст, а надто пізня – скорочує період активного фотосинтезу. Оптимальна глибина загортання (4–5 см) забезпечує рівномірні сходи та потужний листковий апарат.

Практична реалізація отриманих результатів дозволяє підвищити ефективність виробництва кормового буряка та забезпечити стабільне отримання високоякісної продукції.

Результати досліджень проведених впродовж 2020–2024 рр. свідчать (табл. 2), що формування

фотосинтетичного потенціалу буряка кормового значною мірою визначається елементами технології та біологічними особливостями сорту. Усі три досліджуванні фактори взаємопов'язані між собою та суттєво впливають на динаміку росту листкового апарату та рівень фотосинтетичної продуктивності посівів.

Ранні строки (6–8 квітня) характеризуються повільним наростанням ФП у перші фази розвитку (0,201–0,309 млн м²×діб/га на 10.06), що зумовлено низькими температурами ґрунту та повітря, які гальмують проростання насіння та початковий ріст рослин. Проте, за сприятливих погодних умов, рання сівба дозволяє рослинам максимально використати весняну вологу та подовжити вегетаційний період, що позитивно впливає на ФП найвище значення якого спостерігали у серпні (1,816–2,762 млн м²×діб/га на 10.08).

У середині вегетації (10.08), за сівби 24–26 квітня, спостерігали найвищі значення фотосинтетичного потенціалу – 2,198–3,308 млн м²×діб/га, що підтверджується результатами досліджень у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Саме в цей період рослини мають найкращі умови для формування потужного листкового апарату, що забезпечує інтенсивний фотосинтез і нагромадження біомаси.

Подібні закономірності описані й у роботах Тирусь М. Л., який довів, що у буряків максимальний фотосинтетичний потенціал формується в середині вегетації, а його значення прямо корелює з площею

Таблиця 2 – Фотосинтетичний потенціал буряка кормового залежно від строків сівби і глибини загортання насіння, млн. м²×діб/га (середнє за 2020–2024 рр.)

Сорт (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Глибина загортання насіння, см (фактор С)	Дата визначення				
			10.06	10.07	10.08	10.09	5.10
Сонет (к)*	6–8 IV	2–3	0,201	1,561	1,816	1,073	1,009
		4–5	0,259	1,610	1,928	1,182	1,102
		6–7	0,226	1,588	1,851	1,128	1,063
	14–17 IV (к)*	2–3	0,248	1,667	2,198	1,129	1,023
		4–5	0,282	1,771	2,264	1,495	1,282
		6–7	0,263	1,739	2,246	1,255	1,150
	24–26 IV	2–3	0,305	1,769	2,239	1,528	1,307
		4–5	0,348	1,812	2,318	1,683	1,438
		6–7	0,315	1,799	2,192	1,507	1,373
	1–4 V	2–3	0,192	1,484	1,750	1,163	1,088
		4–5	0,240	1,580	1,810	1,219	1,136
		6–7	0,220	1,557	1,797	1,207	1,107
Ольжич	6–8 IV	2–3	0,309	1,653	2,235	1,051	1,007
		4–5	0,365	1,755	2,489	1,196	1,172
		6–7	0,323	1,689	2,347	1,098	1,105
	14–17 IV (к)*	2–3	0,317	1,860	2,452	1,280	1,229
		4–5	0,380	1,993	2,596	1,684	1,602
		6–7	0,356	1,914	2,499	1,510	1,489
	24–26 IV	2–3	0,364	2,123	2,694	1,878	1,609
		4–5	0,402	2,234	2,750	2,096	1,773
		6–7	0,384	2,165	2,723	1,937	1,689
	1–4 V	2–3	0,231	1,603	2,334	1,347	1,317
		4–5	0,307	1,692	2,406	1,443	1,488
		6–7	0,298	1,638	2,373	1,401	1,376
Стармон	6–8 IV	2–3	0,261	1,974	2,762	2,021	1,922
		4–5	0,348	2,176	2,955	2,381	2,331
		6–7	0,285	2,079	2,898	2,143	2,111
	14–17 IV (к)*	2–3	0,320	2,219	2,951	2,553	2,352
		4–5	0,378	2,322	3,173	2,931	2,771
		6–7	0,356	2,271	3,101	2,713	2,644
	24–26 IV	2–3	0,362	2,374	3,241	2,818	2,496
		4–5	0,410	2,483	3,308	2,998	2,788
		6–7	0,380	2,416	3,138	2,706	2,617
	1–4 V	2–3	0,255	1,948	2,716	2,307	2,222
		4–5	0,308	2,101	2,901	2,676	2,639
		6–7	0,272	2,013	2,851	2,450	2,315

листкової поверхні та густотою стояння рослин [14]. Аналогічно, Kenter, Hoffmann & Märländer [17] зазначають, що фаза інтенсивного формування коренеплоду є критичною для накопичення органічної маси у буряку, а тривалість цього періоду визначає ефективність фотосинтезу впродовж сезону.

Пізні строки сівби (1–4 травня) призводять до зниження ФП (1,750–2,716 мл м²×діб/га на 10.08), що пов'язано зі скороченням вегетаційного періоду, підвищенням температур у фазу сходів і дефіцитом вологи. Це обмежує розвиток листкової поверхні, знижує інтенсивність фотосинтезу та, відповідно, врожайність. Ці тенденції узгоджуються з результатами Michalska-Klimczak et al. [19], які показали, що запізнення сівби буряка на 10 днів зменшує фотосинтетичну активність листків на 14–17 %, а також з висновками Паламарчук І щодо негативного впливу запізнення сівби на площу асиміляційної поверхні та урожайність буряків [9].

Глибина загортання насіння є важливим агротехнічним прийомом, що впливає на рівномірність і швидкість появи сходів, розвиток кореневої системи та листкового апарату. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі значення фотосинтетичного потенціалу незалежно від строків сівби та досліджуваних сортів (у сорту Стармон: 3,308 млн м²×діб/га на 10.08 за сівби 24–26.IV).

Подібні результати отримано Romaneckas K. et al. [20], які зазначають, що глибина загортання 4–6 см забезпечує найвищий рівень фотосинтетичної активності у посівах буряка, а також Присяжнюком О. І. та ін. [10], котрий довів, що щільність і рівномірність сходів безпосередньо впливають на рівень використання ФАР.

Серед досліджуваних сортів найвищий ФП у всіх варіантах формував сорт Стармон, що свідчить про його високий генетичний потенціал до формування потужної листкової поверхні. Подібні сортові відмінності описані у дослідженнях Khaembah E. et al., які підтверджують, що інтенсивність фотосинтезу і тривалість функціонування листків мають чітку генетичну зумовленість [18].

Високий фотосинтетичний потенціал є ключовим чинником формування продуктивності буряка кормового, оскільки саме він визначає інтенсивність нагромадження органічної речовини в коренеплодах та гичці. Проведені дослідження засвідчили, що раціональний добір строків сівби та глибини загортання насіння істотно впливає на розвиток асиміляційної поверхні й подальшу продуктивність рослин. Встановлено, що висів у третій декаді квітня у поєднанні з оптимальною глибиною загортання насіння 4–5 см забезпечує формування максимально можливого фотосинтетичного потенціалу та створює сприятливі умови для реалізації біологічного потенціалу культури.

Висновки. Максимальні значення листкової поверхні спостерігалися за сівби у третій декаді квітня (24–26.IV) на глибину 4–5 см: у сорту Стармон – 50,08 тис. м²/га на 10.08, у сорту Ольжич – 44,81 тис. м²/га, у сорту Сонет – 40,93 тис. м²/га. Ранні строки (6–8 квітня) сповільнювали початок росту і розвитку рослин (4,05–9,12 тис. м²/га на 10.06), а пізні строки (1–4 травня) обмежували наростання листкової поверхні (максимум 43,41 тис. м²/га у сорту Стармон).

Фотосинтетичний потенціал найвищий був також за сівби 24–26 квітня на глибину 4–5 см: Стармон – 3,308 млн м²×діб/га на 10.08, Ольжич – 2,876 млн м²×діб/га, Сонет – 2,462 млн м²×діб/га. Ранні строки забезпечували повільний початковий ріст (0,201–0,309 млн м²×діб/га на 10.06), але подовжували вегетаційний період, а пізні строки скорочували активну фотосинтетичну фазу (1,750–2,716 млн м²×діб/га на 10.08).

Серед сортів буряків кормових сорт Стармон вирізнявся найвищим фотосинтетичним потенціалом та здатністю підтримувати активну листкову масу до моменту збирання врожаю (26,06 тис. м²/га на 05.10), що забезпечує інтенсивне накопичення біомаси в коренеплодах та гичці.

Результати свідчать, що оптимізація строків сівби та глибини загортання насіння дозволяє підвищити площу листкової поверхні на 15–25 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безвіконний П. В. Фотосинтетична діяльність рослин буряка кормового залежно від впливу мінеральних добрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2025. 46 (1). С. 19–25.

2. 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. *Аграрні інновації*. 2025. 29. С. 12–17.

3. 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. 14. С. 257–260.

4. Карпук Л. М. Фотосинтетична продуктивність цукрових буряків залежно від густоти насадження рослин. *Агробіологія: зб. наук. праць*. 2013. 10(100). С. 13–18.

5. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ : ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.

6. Панасюк С. С., Крамар О. С., Вітвицька О. І., Мартинюк Н. І. Технологічні прийоми вирощування буряку кормового в зоні північного Лісостепу. Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора с.–г. наук, проф. Г. Р. Пікуша (20–21 березня 2024 р., м. Дніпро). Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2024. С. 144–147.

7. Панасюк С. С., Крамар О. С., Мартинюк Н. М. Енергоощадні технології вирощування різних сортів буряку кормового в зоні Лісостепу. *Аграрна освіта і наука: досягнення та перспективи розвитку*: матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції. Білоцерківський національний аграрний університет. м. Біла Церква, 30 березня 2023 року. С. 160–161.

8. Панасюк С. С., Крамар О. С., Бернацька М. І. Сортова агротехніка вирощування буряку кормового в північному Лісостепу. *Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості:* матеріали Всеукраїнської інтернет-конференції.

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН. с. Шубків. 20 червня. 2023. С. 35–36.

9. Паламарчук І. Динаміка формування площі листкової поверхні рослин буряка залежно від сортових особливостей і строків сівби в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 7. С. 45–51.

10. Присяжнюк О. І., Заришняк А. С., Сінченко В. М., Свистунова І. В., Слободянюк В. В., Борисенко Б. М., Лук'янчук О. В. Фотосинтетичні параметри посівів буряків цукрових у разі застосування заходів підвищення толерантності до посухового стресу в умовах Правобережного Лісостепу України. Новітні агротехнології. 2020. 8. https://doi.org/10.47414/na.8.2020.285436

11. Присяжнюк О. І., Шульга С. С. Особливості функціонування фотосинтетичного апарату буряків цукрових в умовах дефіциту вологи. *Новітні агротехнології*. 2022. 10(3). https://doi.org/10.47414/na.10.3.2022.270505

12. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

13. Тирусь М. Л. Вплив способів основного обробітку ґрунту на фотосинтетичну продуктивність буряку цукрового. *Вісник Харківського нац. аграрного ун-ту ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання.* 2018. 2. С. 80–88.

14. Тирусь М. Л. Фотосинтетична продуктивність буряка цукрового залежно від рівнів удобрення та густоти стояння рослин в умовах Західного Лісостепу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. 4. С. 205–214.

15. Заришняк А. С., Іоніцой Ю. С. Фотосинтетичний потенціал гібридів буряків цукрових різних форм за зміни вологозабезпечення. *Вісник аграрної науки*. 2015. 12. С. 22–25.

16. Bezvikonnyi P., Myalkovsky R., Muliarchuk O., Tarasiuk V. Effectiveness of the combined application of micro-fertilizers and fungicides on the beets crops. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(6). 28–37.

17. Kenter C., Hoffmann C. M., Märländer B. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris L.*). *European Journal of Agronomy*. 2006. 24(1). P. 62–69.

18. Khaembah E., Maley S., George M., Chakwizira E., de Ruiter J., Zyskowski R., Teixeira E. Crop growth and development dynamics of two fodder beet (*Beta vulgaris L.*) cultivars sown on different dates in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2020. 63(3). P. 361–373.

19. Michalska-Klimczak B., Kocira S., Kocira A., Szparaga A., Krawczyk R., Kwiecińska-Poppe E., Matyjaszczyk E. Effect of sowing date and nitrogen rates on morphometric features and photosynthetic performance in sugar beet. *Agriculture*. 2024. 14(2). Article 215.

20. Romaneckas K., Pilipavičius V., Šarauskis E., Sakalauskas A. Effect of sowing depth on emergence and crop establishment of sugar beet (*Beta vulgaris L.*). *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2009. 7(2). P. 571–575.

REFERENCES:

1. Bezvikonnyi P. V. (2025). Fotosyntetychna diialnist roslyn buriaka kormovoho zalezhno vid vplyvu mineralnykh dobryv [Photosynthetic activity of fodder beet plants depending on the influence of mineral fertilizers]. Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika, 46 (1), 19–25 [In Ukrainian].

2. Bezvikonnyi P. V., Mialkovskyi R. O. (2025). Osoblyvosti rostu i rozvytku roslyn buriaka kormovoho zalezhno vid strokiv sivby i hlybyny zahortannia nasinnia v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Peculiarities of growth and development of fodder beet plants depending on the sowing dates and the depth of seed embedding in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Ahrarni innovatsii, 29, 12–17 [in Ukrainian].

3. 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, 14, 257–260 [in Ukrainian].

4. Karpuk L. M. (2013). Fotosyntetychna produktyvnist tsukrovykh buriakiv zalezhno vid hustoty nasadzhennia roslyn [Photosynthetic productivity of sugar beets depending on the density of plant planting]. Ahrobiolohiia: zb. nauk. Prats, 10(100), 13–18 [in Ukrainian].

5. Roik M. V., & Hizbullin N. H. (2014). Metodyky provedennia doslidzhen u buriakivnytstvi [Methods of conducting research in sugar beet growing], Kyiv, 373 [in Ukrainian].

6. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Vitvytska O. I., Martyniuk N. I. (2024). Tekhnolohichni pryiomy vyroshchuvannia buriaku kormovoho v zoni pivnichnoho Lisostepu [Technological methods of growing fodder beet in the northern Forest-steppe]. Materialy Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii z nahody 100-richchia vid dnia narodzhennia doktora s.-h. nauk, prof. H. R. Pikusha, 144–147 [in Ukrainian].

7. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Martyniuk N. M. (2023). Enerhooshchadni tekhnolohii vyroshchuvannia riznykh sortiv buriaku kormovoho v zoni Lisostepu [Energy-saving technologies for growing different varieties of fodder beet in the Forest-steppe]. Ahrarna osvita i nauka: dosiahnennia ta perspektyvy rozvytku: materialy IV mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 160–161 [in Ukrainian].

8. Panasiuk S. S., Kramar O. S., Bernatska M. I. (2023). Sortova ahrotekhnika vyroshchuvannia buriaku kormovoho v piv-nichnomu Lisostepu [Varietal agricultural technology of growing fodder beet in the northern Forest-steppe]. Innovatsiinyi rozvytok zemlerobstva na zasadakh ekoloho-ekonomichnoi zbalansovanosti: materialy Vseukrainskoi internet-konferentsii, 35–36 [in Ukrainian].

9. Palamarchuk I. (2019). Dynamika formuvannia ploshchi lystkovoi poverkhni roslyn buriaka zalezhno vid sortovykh osoblyvostei i strokiv sivby v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Dynamics of formation of leaf surface area of beet plants depending on varietal characteristics and sowing dates in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk ahrarnoi nauky, 7, 45–51 [in Ukrainian].

10. Prysiazhniuk O. I., Zaryshniak A. S., Sinchenko V. M., Svystunova I. V., Slobodianiuk V. V.,

Borysenko B. M., Lukianchuk O. V. (2022). Fotosyntetychni parametry posiviv buriakiv tsukrovykh u razi zastosuvannia zakhodiv pidvyshchennia tolerantnosti do posukhovoho stresu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Photosynthetic parameters of sugar beet crops in the case of applying measures to increase tolerance to drought stress in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Novitni ahrotekhnolohii, 10(2) [in Ukrainian].

11. Prysiazhniuk O. I., Shulha S. S. (2022). Osoblyvosti funktsionuvannia fotosyntetychnoho aparatu buriakiv tsukrovykh v umovakh defitsytu volohy [Peculiarities of the functioning of the photosynthetic apparatus of sugar beets under conditions of moisture deficiency]. Novitni ahrotekhnolohii, 10(3) [in Ukrainian].

12. 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, 316 [in Ukrainian].

13. Tyrus M. L. (2018). Vplyv sposobiv osnovnoho obrobitku gruntu na fotosyntetychnu produktyvnist buriaku tsukrovoho [The influence of methods of basic soil cultivation on the photosynthetic productivity of sugar beet]. Visnyk Kharkivskoho nats. ahrarnoho un-tu im. V. V. Dokuchaieva. Seriia: Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, plodoovochivnytstvo i zberihannia, 2, 80–88 [in Ukrainian].

14. Tyrus M. L. (2018). Fotosyntetychna produktyvnist buriaka tsukrovoho zalezhno vid rivniv udobrennia ta hustoty stoiannia roslyn v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Photosynthetic productivity of sugar beet depending on fertilization levels and plant density in the conditions of the Western Forest-Steppe]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, 4, 205–214 [in Ukrainian].

15. Zaryshniak A. S., Ionitsoi Yu. S. (2015). Fotosyntetychnyi potentsial hibrydiv buriakiv tsukrovykh riznykh form za zminy volohozabezpechennia [Photosynthetic potential of sugar beet hybrids of different forms under changes in moisture supply]. Visnyk ahrarnoi nauky, 12, 22–25 [in Ukrainian].

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

17. Kenter C., Hoffmann C. M., & Märländer B. (2006). Effects of weather variables on sugar beet yield development (Beta vulgaris L.). *European Journal of Agronomy*, 24(1), 62–69.

18. Khaembah E., Maley S., George M., Chakwizira E., Ruiter J., Zyskowski R., & Teixeira E. (2020). Crop growth and development dynamics of two fodder beet (Beta vulgaris L.) cultivars sown on different dates in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 63(3), 361–373.

19. Michalska-Klimczak B., Kocira S., Kocira A., Szparaga A., Krawczyk R., Kwiecińska-Poppe E., & Matyjaszczyk E. (2024). Effect of sowing date and nitrogen rates on morphometric features and photosynthetic performance in sugar beet. *Agriculture*, 14(2), Article 215.

20. Romaneckas K., Pilipavičius V., Šarauskis E., & Sakalauskas A. (2009). Effect of sowing depth on emergence and crop establishment of sugar beet (Beta vulgaris L.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(2), 571–575.

Безвіконний П.В. Вплив агротехнічних факторів на розвиток листкової поверхні кормового буряка в умовах західного Лісостепу

Мета. Дослідити вплив строків сівби та глибини загортання насіння на динаміку наростання площі листкової поверхні рослин буряка кормового в умовах західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводились впродовж 2020–2024 рр. на дослідному полі Навчально-виробничого центру «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» на чорноземі типовому малогумусному, середньосуглинковому. Повторність – чотирикратна, розміщення варіантів – систематичне. Технологія вирощування кормового буряка в досліді загальноприйнятна, крім досліджуваних факторів. **Результати.** Встановлено, що максимальні значення листкової поверхні спостерігалися за сівби у третій декаді квітня (24–26.IV) на глибину 4–5 см: у сорту Стармон – 50,08 тис. м^2/га на 10.08, у сорту Ольжич – 44,81 тис. м^2/га, у сорту Сонет – 40,93 тис. м^2/га. Ранні строки сівби забезпечували подовження вегетації, але уповільнювали стартовий ріст, тоді як пізні – скорочували період активного фотосинтезу. Фотосинтетичний потенціал найвищий був також за сівби 24–26 квітня на глибину 4–5 см: Стармон – 3,308 млн м^2×діб/га на 10.08, Ольжич – 2,876 млн м^2×діб/га, Сонет – 2,462 млн м^2×діб/га. Оптимальною для буряка кормового виявилася глибина 4–5 см, яка забезпечує найвищі значення площі листкової поверхні незалежно від строків сівби для усіх досліджуваних сортів. Занадто мілке (2–3 см) або глибоке (6–7 см) загортання призводить до зниження цього показника через гіршу польову схожість, сповільнений розвиток паростка на початковому етапі росту та меншу активність фотосинтетичного апарату. Серед сортів найвищі значення листкової поверхні та фотосинтетичного потенціалу формував сорт Стармон, тоді як Сонет та Ольжич поступалися за інтенсивністю наростання листкової маси. **Висновки.** Оптимізація строків сівби та глибини загортання забезпечувала збільшення площі листкової поверхні на 15–25 % щодо контролю. Сорт Стармон має найвищий генетичний потенціал формування листкової поверхні та фотосинтетичної продуктивності. Отримані результати підтверджують важливість оптимізації строків сівби й глибини загортання для реалізації продуктивного потенціалу культури та підвищення ефективності її вирощування.

Ключові слова: буряк кормовий, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, строки сівби, глибина загортання насіння, сорт, вегетація.

Bezvikonny P. V. Influence of agrotechnical factors on the development of the leaf surface of fodder beet under the conditions of the Western Forest-steppe

Purpose. To investigate the effect of sowing dates and seed placement depth on the dynamics of leaf area development in fodder beet plants under 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 “Podilsky State Univer-

sity" on typical low-humus, medium-loamy black soil. Repetition – fourfold, placement of variants – systematic. The technology of growing fodder beet in the experiment is generally accepted, except for the factors under study. **Results.** It was established that the maximum values of the leaf surface were observed when sowing in the third decade of April (24–26.IV) to a depth of 4–5 cm: in the Starmon variety – 50.08 thousand m^2/ha on 10.08, in the Olzhych variety – 44.81 thousand m^2/ha, in the Sonet variety – 40.93 thousand m^2/ha. Early sowing dates provided an extension of the vegetation period, but slowed down the initial growth, while late ones – shortened the period of active photosynthesis. The photosynthetic potential was also highest when sowing on April 24–26 to a depth of 4–5 cm: Starmon – 3.308 million m^2×day/ha on 10.08, Olzhych – 2.876 million m^2×day/ha, Sonet – 2.462 million m^2×day/ha. The optimal depth for fodder beet was 4–5 cm, which provides the highest values of leaf surface area regardless of sowing dates for all studied varieties. Too shallow (2–3 cm) or deep (6–7 cm) mulching leads to a decrease in this indicator due to poorer field germination, slower sprout development at the initial stage of growth and lower activity of the photosynthetic apparatus. Among the varieties, the highest values of leaf surface and photosynthetic potential were formed by the Starmon variety, while Sonet and Olzhych were inferior in the intensity of leaf mass growth. **Conclusions.** Optimization of sowing dates and planting depth provided an increase in leaf surface area by 15–25 % compared to the control. The Starmon variety has the highest genetic potential for leaf surface formation and photosynthetic productivity. The results obtained confirm the importance of optimizing sowing dates and planting depth for realizing the productive potential of the crop and increasing the efficiency of its cultivation.

Key words: fodder beet, leaf area, photosynthetic potential, sowing dates, seed sowing depth, variety, vegetation.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.171:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.4

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМИ ВИСІВУ ТА СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

БУТЕНКО А.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9639-9826
Сумський національний аграрний університет
ДАЦЬКО О.М. – PhD, старший викладач
orcid.org/0000-0001-9610-3087
Сумський національний аграрний університет
СТАВИЦЬКИЙ А.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-8580-5366
Сумський національний аграрний університет
ШАНДРА С.В. – аспірант кафедри агротехнологій та ґрунтознавства
orcid.org/0009-0004-3665-3406
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Просо (*Panicum miliaceum L.*) **–** це важлива круп'яною культурою, яка вирізняється високою посухостійкістю та невибагливістю до ґрунтів, що робить його цінним елементом у структурі посівних площ Північно-Східного Лісостепу України, особливо в умовах зростаючої нестабільності клімату. Однак, продуктивність посівів проса в цьому регіоні залишається мінливою та часто недостатньо високою для забезпечення стабільного виробництва якісного зерна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Культура проса, на жаль, не надто досліджена в Україні внаслідок того, що станом на 1 жовтня 2025 року площа на якій вирощувалась культура становить лише 26,7 тис. га, тоді як, для прикладу, площа під якою вирощувалась пшениця становить 5108,9 тис. га [9]. Однак, дослідження з вивчення потреб цієї культури все ж таки проводяться. Так, наприклад, у дослідженні [1] було проведено наукові спостереження за розвитком культури проса із застосуванням різних органічних та біологічних препаратів. Результати цих спостережень підтвердили, що використання біотехнологій та гумінових речовин, що посилюють ферментативну активність рослин та покращують засвоєння поживних речовин з ґрунту, є ефективним [1].

Таким чином, експериментальні дані на просі продемонстрували перевагу біологічних методів для стимуляції росту, метаболізму та підвищення загальної продуктивності культури порівняно з традиційними методами. Однак, дослідження впливу різних систем удобрення на просо, яке проводилось на дослідному полігоні в Івано-Франківській області показало, що максимальна врожайність вегетативної маси (21,5–22,1 т/га) була досягнута за комбінованого застосування $N_{30}P_{30}K_{30}$ із мікродобривами, що виявилося на 31–44% вище порівняно з контрольним варіантом (12,2–16,8 т/га) [10]. Польові дослідження впливу ширини міжрядного інтервалу та біологічних добрив на фотосинтетичну діяльність проса сорту Денвікське проводилися протягом 2021–2023 років. Найкращі результати зафіксовано при міжрядному інтервалі 15 см із застосуванням біостимулятора Гумікор для обробки насіння та ХЕЛАФІТ-Комбі для позакореневого підживлення, що забезпечило максимальні показники площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу [5]. Дослідження Кулик та інших [8] проводилися у стаціонарному досліді в центральній частині Лісостепу України на середньогумусних типових чорноземах, а їхні результати показали, що застосування оптимізованої технології (весняна сівба з визначеною нормою висіву та широкорядним способом, азотне підживлення) суттєво збільшує врожайність насіння материнських рослин проса на 0,04–0,11 т/га та додатково покращує врожайні властивості дочірніх рослин.

Польові дослідження щодо потреби проса в живленні проводилися на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції в умовах Правобережного Лісостепу України на кислих маргінальних ґрунтах. Застосування комплексу агрозаходів (вапнування, внесення полімеру MaxiMarin та позакореневе підживлення) успішно збільшило продуктивність плантації, але також спричинило значне збільшення виносу елементів живлення з урожаєм (57,5 кг/га N, 39,3 кг/га P, 118,7 кг/га K), при цьому до ґрунту з відмерлою біомасою поверталося близько 43–47% винесених поживних речовин [6].

Мета статті – обґрунтувати та розробити найбільш ефективні норми висіву та системи удобрення, що забезпечують максимальну та стабільну продуктивність посівів проса в умовах Північно-Східного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводились в польовій сівозміні Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України на чорноземі типовому протягом 2020–2024 рр.

Орний шар ґрунту (на глибині 0–20 см) має високу родючість. Вміст гумусу становить 3,9%. Реакція ґрунту є нейтральною (pH сольове 6,9), а його кислотність дуже низька (гідролітична кис-

лотність за Каппеном 3,4 міліграм-еквівалент на 100 грам ґрунту). Ґрунт має високу здатність утримувати поживні речовини (ємність вбирання 35,11 міліграм-еквівалент). Вміст легкодоступного азоту за Корнфілдом помірний (11,2 міліграм на 100 грам). Забезпеченість рухомими формами елементів живлення є підвищеною для фосфору (16,3 міліграм P_2O_5 на 100 грам ґрунту) та середньою для калію (10,2 міліграм K_2O на 100 грам ґрунту) за методом Чирикова.

За п'ятирічний період (2020–2024 рр.) середні погодні умови вегетаційного сезону (березень–серпень) характеризувалися як помірно тепла весна, що переходить у спекотне літо з адекватним, але нерівномірним зволоженням. У середньому, початок весни (березень) був прохолодним (2,7◦С) та відзначався найбільшим дефіцитом опадів (12,4 мм). Надалі, температура швидко зростала (до 14,7 ◦С у травні), при цьому квітень був найвологішим місяцем весни (58,4 мм). Літній період був стабільно спекотним (температура коливалася від 21,2◦С до 22,6◦С), де липень виявився найтеплішим місяцем. Водночас, червень із середніми опадами 84,4 мм був найвологішим місяцем усього сезону, забезпечуючи основний ресурс вологи для розвитку культур на початку літа. У другій половині літа (липень-серпень) рівень опадів знижувався, але залишався помірним (46,5 мм та 52,8 мм відповідно), що вказує на відсутність тривалої середньої посухи, незважаючи на високий температурний режим (Рис. 1).

Дослідження з просом сорту Омріяне проводили за схемою наведеною в таблиці 1. Технологія вирощування була загальноприйнятою для зони північно-східного Лісостепу України.

Польові дослідження були стандартизовані та виконувалися на ділянках 40 м^2 з чотириразовою повторністю. Методика досліджень базувалася на декількох загальноприйнятих наукових методів. Візуальний метод використовувався для оперативного моніторингу фенологічного розвитку рослин. Вимірювальний метод був основним для отримання кількісних даних, необхідних для агрономічного аналізу: він охоплював встановлення густоти стояння, детальний аналіз структури рослин (параметрів продуктивності) та фіксацію кінцевої врожайності. Натомість, розрахунковий метод застосовувався для визначення норм мінеральних добрив та оцінки збереженості рослин протягом вегетації. Отримані кількісні результати підлягали обробці за допомогою математично-статистичного методу для підтвердження достовірності, оцінки сили впливу факторів за допомогою програми Statistica 10.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Візуалізація двофакторного досліду (Рис. 2) вказує на вплив факторів, що вивчаються на масу зерен з однієї рослини.

Спостерігається чітке збільшення маси зерен з однієї рослини зі зростанням рівня мінерального живлення: середні показники суттєво зростають при переході від контрольного варіанту до рекомендованої норми $N_{45}P_{45}K_{45}$ та, особливо, до розрахункової норми $N_{110}P_{90}K_{90}$+N_{30}. У межах кожного варіанту удобрення, максимальна середня маса зерен з однієї рослини зафіксована при нормі висіву 3.5 млн. шт./га.

Результати двофакторного дисперсійного аналізу свідчать про те, що фактор «варіант удобрення» має статистично значущий вплив на масу зерен з однієї рослини (F = 3,9122; p = 0,029). Натомість, фактор «норма висіву» (F = 0,2727; p = 0,762) та взаємодія між двома факторами (F = 0,0301; p = 0,998) виявилися статистично несуттєвими, оскільки їхні значення p значно перевищують 0,05.

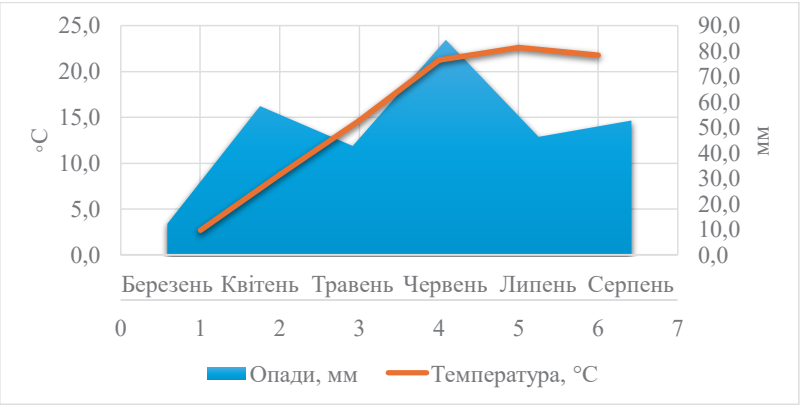

Рис. 1. Кліматичні умови вирощування проса за 2020-2024 рр.

Таблиця 1 – Схема досліду

Фактор А Норма висіву, млн. шт./га	Фактор В Норми добрив
2,5	Контроль (без внесення добрив)
3,0	$N_{45}P_{45}K_{45}$ (рекомендована норма)
3,5	$N_{110}P_{90}K_{90}$ + N_{30} (розрахункова норма)

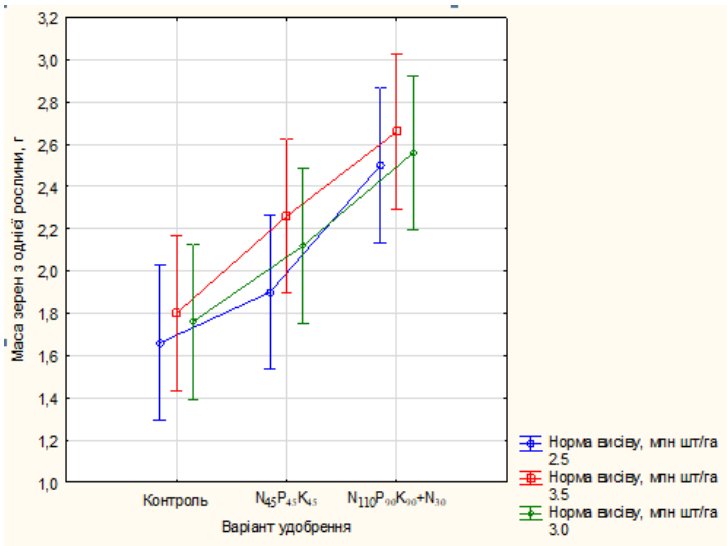

Рис. 2. Маса зерен з однієї рослини залежно від удобрення та норми висіву, г

Таблиця 2 – Результати дисперсійного аналізу впливу досліджуваних варіантів на масу зерен з однієї рослини

Показник	SS	MS	F	p
Варіант удобрення	5,2484	2,6242	3,9122	0,029
Норма висіву, млн. шт./га	0,3658	0,1829	0,2727	0,762
Варіант удобрення*норма висіву, млн. шт./га	0,0809	0,0202	0,0301	0,998

Це означає, що, хоча середні значення маси зерен змінювалися залежно від норми висіву, ці зміни не були статистично достовірними, і вплив норми висіву був приблизно однаковим незалежно від застосованого удобрення.

Рисунок 3 демонструє залежність маси соломи з однієї рослини від норми висіву на тлі трьох різних варіантів мінерального живлення.

У цілому, спостерігається тенденція до зростання маси соломи зі збільшенням норми висіву для всіх варіантів, що вказує на позитивний вплив згущення посіву в межах досліджених параметрів. Найнижчі показники маси соломи фіксуються у контрольному варіанті. Рекомендована норма удобрення показує пікове значення (близько 9,2 г) при нормі висіву 3 млн шт./га, після чого спостерігається невелике зниження маси. Водночас, розрахункова норма удобрення забезпечує найбільшу середню масу соломи (9,4 г) при максимальній нормі висіву 3,5 млн шт./га, демонструючи стабільне зростання продуктивності на тлі високого забезпечення елементами живлення.

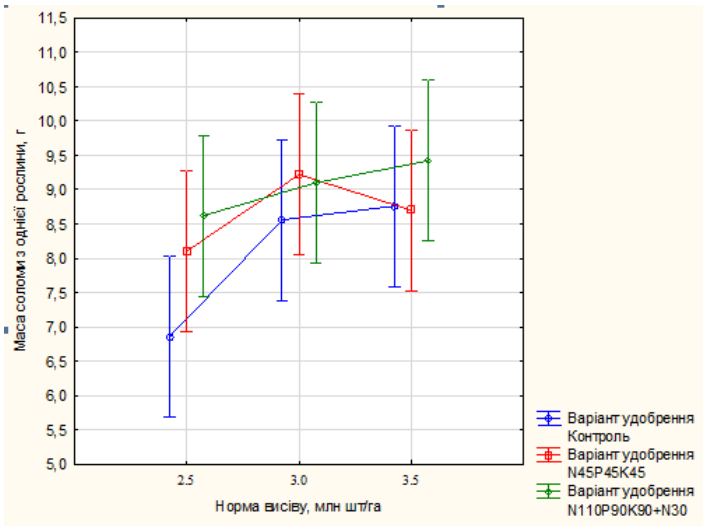

Рис. 3. Маса соломи з однієї рослини залежно від удобрення та норми висіву, г

Таким чином, відповідно до отриманих результатів дисперсійного аналізу норма висіву виступає ключовим чинником, який значно підвищує індивідуальну масу соломи (Табл. 3).

Рисунок 4 показує залежність показника натури зерна від норми висіву для трьох варіантів мінерального удобрення.

Результати вказують на відсутність суттєвого впливу як норми висіву, так і варіантів удобрення на натуру зерна, оскільки середні значення для всіх трьох варіантів практично збігаються і коливаються в дуже вузькому діапазоні. Це було підтверджено результатами дисперсійного аналізу, який показав, що жоден із досліджуваних факторів не мав суттєвого впливу на показник натури зерна ($p > 0,05$).

Рисунок 5 ілюструє залежність урожайності від норми висіву на тлі трьох варіантів мінерального удобрення, демонструючи пряму кореляцію між нормою висіву та врожайністю для всіх досліджених варіантів.

Таблиця 3 – Результати дисперсійного аналізу впливу досліджуваних варіантів на масу соломи з однієї рослини

Показник	SS	MS	F	p
Варіант удобрення	7,445	3,723	2,229	0,122
Норма висіву, млн. шт./га	12,100	6,050	3,623	0,036
Варіант удобрення*норма висіву, млн. шт./га	3,563	0,891	0,533	0,712

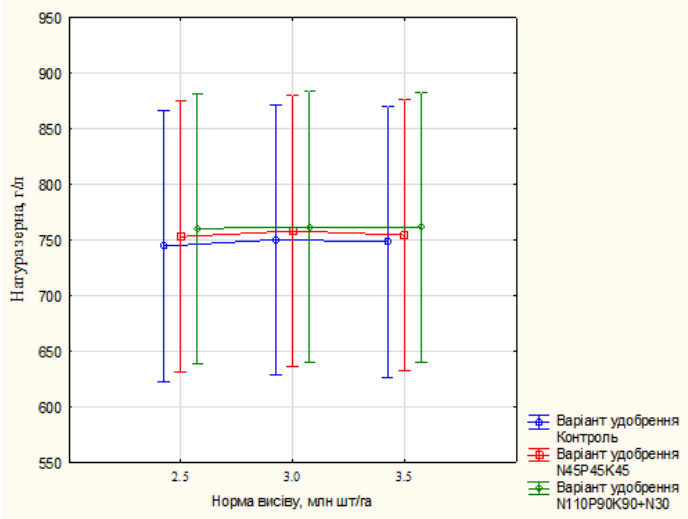

Рис. 4. Натура зерна залежно від удобрення та норми висіву, г/л

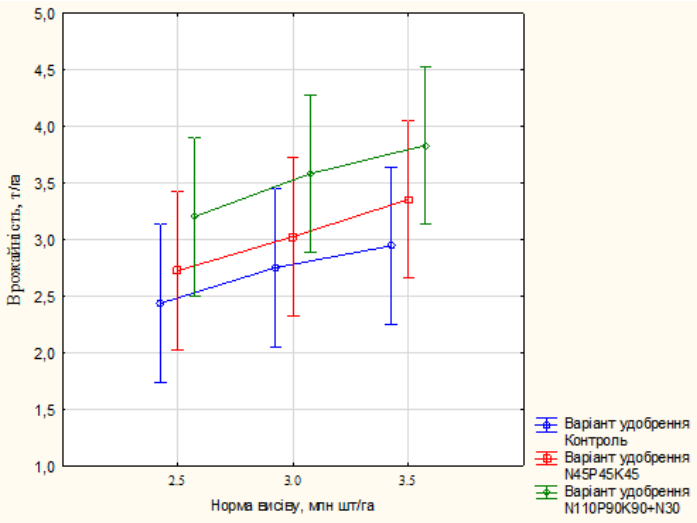

Рис. 5. Урожайність проса залежно від удобрення та норми висіву, т/га

Урожайність контрольного варіанту є найнижчою, водночас варіант із рекомендованою нормою забезпечує дещо кращий результат. Однак, найбільш високі показники врожайності досягаються при застосуванні розрахункової норми, де врожайність зростає від 3.2 т/га до 3.8 т/га, залежно від норми висіву, це свідчить про домінуючий вплив високого мінерального фону на кінцевий збір врожаю, особливо при збільшенні густоти посіву.

Відповідно до результатів дисперсійного аналізу найбільш істотного впливу на урожайність культури було досягнуто за рахунок використання варіантів удобрення, однак норма висіву та комбінація досліджуваних факторів не надала очікуваного ефекту (Табл. 4).

Отже, отримані результати цього дослідження підтверджують напрацювання вчених, які досліджували норму висіву та удобрення за вирощування проса. Так, Liu та інші [4] досліджували комбіноване внесення азотних і фосфорних добрив, що призвело до значного підвищення врожайності. Варто зазначити, що збільшення урожаю також було значним при застосуванні лише фосфорних добрив, тоді як застосування лише азотних добрив дало менший ефект. Дослідження проводені в центральному Сенегалі малі на меті проаналізувати ефективність використання неорганічних добрив залежно від двох контрастних стратегій застосування органічних добрив («Homefields», які регулярно удобрювалися, та «Outfields» – удобрювалися рідко) [7]. Результати

Таблиця 4 – Результати дисперсійного аналізу впливу досліджуваних варіантів на урожайність проса

Показник	SS	MS	F	p
Варіант удобрення	5,2241	2,6120	4,3990	0,019
Норма висіву, млн. шт./га	2,6188	1,3094	2,2052	0,124
Варіант удобрення*Норма висіву, млн. шт./га	0,0385	0,0096	0,0162	0,999

вказують на те, що родючість ґрунту та врожайність проса були значно вищими в «Homefields», де ефективність використання неорганічних добрив була високою та забезпечила високу врожайність. Дослідження Duan та інших [2] проводилося протягом двох років на теренах Китаю, де вивчався вплив трьох різних схем удобрення NPK (T1: 27-14-10, T2: 27-17-7, T3: 30-10-11) та порівнювались із контролем (без удобрення). Найкращі результати показала схема T1 (27-14-10), яка значно збільшила врожайність проса та підвищила вміст доступних поживних речовин (зокрема K і P), а також активність ґрунтових ферментів (уреази, сахарази та глутамінази). Водночас, дослідження з норми проса висвітлюють дещо інші результати. Так, наприклад, Garba та інші [3] довели, що збільшення густоти посіву значно підвищує врожайність проса, при цьому підвищення густоти вище ніж 1,5 рослини на 1м^2 дало приріст урожаю на 30–80% у всіх агроекологічних зонах Нігерії. Однак, збільшення густоти посіву понад 6 рослин на м^2 підвищує ризик низької врожайності, особливо за умови низького або помірного внесення азотних добрив. Цей ризик зменшується лише тоді, коли застосовується висока норма азоту. Дослідження проведені в Індії на супіщаному ґрунті з низьким вмістом органічного вуглецю та азоту, де вивчався вплив трьох різних варіантів густоти сівби та чотирьох рівнів азотного удобрення, показав, що найвищу врожайність зерна та площу листя на рослину забезпечила густота посіву 25 см × 15 см. Застосування 100% рекомендованої дози азоту виявилося оптимальним.

Висновки. Проведені в Північно-Східному Лісостепу України польові дослідження з вирощування проса сорту Омріяне на типових чорноземах підтвердили домінуючий вплив мінерального живлення на кінцеву продуктивність культури. Найвищі показники врожайності (до 3,8 т/га) та маси зерен з однієї рослини були досягнуті за застосування розрахункової норми добрив $N_{110}P_{90}K_{90}$ + N_{30}, що статистично значуще перевершило контрольний та рекомендований варіанти. Встановлено, що варіант удобрення є ключовим фактором, що впливає на врожайність, тоді як норма висіву статистично значуще вплинула лише на масу соломи, але не мала суттєвого впливу на кінцеву врожайність чи натуру зерна. Таким чином, для забезпечення максимальної та стабільної продуктивності проса в умовах регіону рекомендується зосередитися на підвищеному та збалансованому мінеральному живленні на тлі висіву 3,5 млн. шт./га, що є основою для реалізації високого потенціалу врожайності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Averchev O. V., Nikitenko M. P. Biological agriculture for millet crops. *Taurian Scientific Herald*. 2021. (119). P. 3–8. DOI:10.32851/2226-0099.2021.119.1

2. Duan Y., Wang C., Li L. Effect of Compound Fertilizer on Foxtail Millet Productivity and Soil Environment. *Plants*. 2024. 13(22). P. 3167. DOI:10.3390/plants13223167

3. Garba M., Kamara A. Y., Mohamed A. M. L. Assessing the effects of plant density and nitrogen on millet yield in Southern Niger using the CERES-millet model. *CABI Agriculture and Bioscience*. 2024. № 50. DOI:10.1186/s43170-024-00254-x

4. Liu Q., Xu H., Mu X. Effects of Different Fertilization Regimes on Crop Yield and Soil Water Use Efficiency of Millet and Soybean. *Sustainability*. 2020. 12(10). P. 4125. DOI:10.3390/su12104125

5. Nikitenko M. P. The effect of multifunctional complex preparations on the photosynthetic potential of seed millet (*Panicum miliaceum* L). Taurian Scientific Herald. 2023. № 134. P. 361–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.134.47

6. Prisyazhnyuk O., Musich V., Maliarenko O. Nutrient requirement of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivated on marginal land of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Agrobiology*. 2023. № 1(179). С. 169–177. DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-169-177

7. Tounkara A., Clermont-Dauphin C., Affholder F. та ін. Inorganic fertilizer use efficiency of millet crop increased with organic fertilizer application in rainfed agriculture on smallholdings in central Senegal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2020. № 294. P. 106878. DOI:10.1016/j.agee.2020.106878

8. Кулик М. І., Білявська Л. Г., Рожко І. І., Ритченко А. В. Урожайні властивості насіння сортів проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Аграрні інновації*. 2023. № 16. С. 117–125. DOI:10.32848/agrar.innov.2022.16.18

9. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами на 01 жовтня 2025 року. Київ : Державна служба статистики України, 2025. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ovuzpsg/Arh_ovuzpsg_2025_u.html

10. Сітник А. А., Карбівська У. М. Особливості формування продуктивності проса прутоподібного в умовах зміни клімату Західного регіону України. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. 2025. № 13. P. 310–317. DOI:10.32782/naturaljournal.13.2025.29

REFERENCES:

1. Averchev O. V., Nikitenko M. P. (2021) Biological agriculture for millet crops. *Taurian Scientific Herald*. (119). P. 3–8. DOI:10.32851/2226-0099.2021.119.1

2. Duan Y., Wang C., Li L. (2024) Effect of Compound Fertilizer on Foxtail Millet Productivity and Soil Environment. *Plants*. 13(22). P. 3167. DOI:10.3390/plants13223167

3. Garba M., Kamara A. Y., Mohamed A. M. L. (2024) Assessing the effects of plant density and nitrogen on millet yield in Southern Niger using the CERES-millet model. *CABI Agriculture and Bioscience*. 50. DOI:10.1186/s43170-024-00254-x

4. Liu Q., Xu H., Mu X. (2020) Effects of Different Fertilization Regimes on Crop Yield and Soil Water Use Efficiency of Millet and Soybean. *Sustainability*. 12(10). P. 4125. DOI:10.3390/su12104125

5. Nikitenko M. P. (2023) The effect of multifunctional complex preparations on the photosynthetic potential of seed millet (*Panicum miliaceum* L). Taurian Scientific Herald. 134. P. 361–367. DOI:10.32782/2226-0099.2023.134.47

6. Prisyazhnyuk O., Musich V., Maliarenko O. (2023) Nutrient requirement of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) cultivated on marginal land of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Agrobiology*. 1(179). P. 169–177. DOI:10.33245/2310-9270-2023-179-1-169-177

7. Tounkara A., Clermont-Dauphin C., Affholder F. etc. (2020) Inorganic fertilizer use efficiency of millet crop increased with organic fertilizer application in rainfed agriculture on smallholdings in central Senegal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 294. P. 106878. DOI:10.1016/j.agee.2020.106878

8. Kulyk M. I., Biliavska L. H., Rozhko I. I., Rytchenko A. V. (2023) Urozhaini vlastyvosti nasinnia sortiv prosa prutopodibnoho zalezhno vid umov vyroshchuvannia [Yield properties of seeds of rod-shaped millet varieties depending on growing conditions]. *Ahrarni innovatsii*. № 16. С. 117–125. DOI:10.32848/agrar.innov.2022.16.18 [in Ukrainian].

9. Obsiah vyrobnytstva, urozhainist ta zibrana ploshcha silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy na 01 zhovtnia 2025 roku [Production volume, yield and harvested area of agricultural crops by species as of October 1, 2025] Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2021/sg/ovuzpsg/Arh_ovuzpsg_2025_u.html [in Ukrainian].

10. Sitnyk A. A., Karbivska U. M. (2025) Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti prosa prutopodibnoho v umovakh zminy klimatu Zakhidnoho rehionu Ukrainy [Peculiarities of the formation of productivity of rod-shaped millet in the conditions of climate change in the Western region of Ukraine]. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. 13. P. 310–317. DOI:10.32782/naturaljournal.13.2025.29 [in Ukrainian].

Бутенко А.О., Дацько О.М., Ставицький А.А., Шандра С.В. Продуктивність проса залежно від норми висіву та системи удобрення в умовах Північно-Східного Лісостепу України

Мета. Обґрунтувати та розробити найбільш ефективні норми висіву та системи удобрення, що забезпечують максимальну та стабільну продуктивність посівів проса в умовах Північно-Східного Лісостепу України.

Результати. Отримані результати засвідчили чітку домінуючу роль мінерального живлення у формуванні продуктивності проса. Візуалізація та двофакторний дисперсійний аналіз однозначно підтвердили, що фактор «варіант удобрення» мав статистично значущий вплив як на масу зерен з однієї рослини, так і на врожайність проса. Максимальні показники врожайності (до 3,8 т/га) були досягнуті при застосуванні розрахункової норми добрив на тлі найвищої норми висіву, що суттєво перевершило результати контрольного варіанту та рекомендованої норми. Водночас, фактор «норма висіву» виявився статистично несуттєвим для врожайності, демонструючи, що його вплив не є визначальним у порівнянні з впливом удобрення. Отримані результати дослідження проса сорту Омріяне корелюють з напрацюваннями світових вчених, підтверджуючи, що комбіноване та збалансоване внесення добрив NPK є ключовим чинником підвищення продуктивності, аналогічно до висновків, отриманих у дослідженнях на інших континентах.

Висновки. Польові дослідження з вирощування проса сорту Омріяне на типових чорноземах підтвердили домінуючий вплив мінерального живлення на кінцеву продуктивність культури. Найвищі показники врожайності (до 3,8 т/га) та маси зерен з однієї рослини були досягнуті за застосування розрахункової норми добрив $N_{110}P_{90}K_{90}$ + N_{30}, що статистично значуще перевершило контрольний та рекомендований варіанти. Встановлено, що варіант удобрення є ключовим фактором, що впливає на врожайність, тоді як норма висіву статистично значуще вплинула лише на масу соломи, але не мала суттєвого впливу на кінцеву врожайність чи натуру зерна. В умовах регіону рекомендується зосередитися на нормі висіву 3,5 млн. шт./га, що є

основою для реалізації високого потенціалу врожайності проса.

Ключові слова: продуктивність, урожайність, удобрення, норма висіву, просо.

Butenko A.O., Datsko O.M., Stavytskyi A.A., Shandra S.V. Millet productivity depending on the seeding rate and fertilization system in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. To substantiate and develop the most effective seeding rates and fertilization systems that ensure maximum and stable productivity of millet crops in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine.

Results. The obtained results showed a clear dominant role of mineral nutrition in shaping the productivity of millet. Visualization and two-factor analysis of variance unambiguously confirmed that the factor “fertilization option” had a statistically significant effect on both the mass of grains from one plant and the yield of millet. The maximum yield indicators (up to 3.8 t/ha) were achieved when using the calculated fertilizer rate against the background of the highest seeding rate, which significantly exceeded the results of the control option and the recommended rate. At the same time, the factor “seeding rate” turned out to be statistically insignificant for yield, demonstrating that its influence is not decisive in comparison with the influence of fertilizer. The obtained results of the study of millet variety Omriyane correlate with the achievements of world scientists, confirming that combined and balanced application of NPK fertilizers is a key factor in increasing productivity, similar to the conclusions obtained in studies on other continents.

Conclusions. Field studies on the cultivation of millet of the Omriyane variety on typical chernozems confirmed the dominant influence of mineral nutrition on the final productivity of the crop. The highest yield (up to 3.8 t/ha) and grain mass per plant were achieved when using the calculated fertilizer rate $N_{110}P_{90}K_{90}$ + N_{30}, which statistically significantly exceeded the control and recommended options. It was established that the fertilizer option is a key factor affecting yield, while the seeding rate statistically significantly affected only the straw mass, but had no significant effect on the final yield or grain type. In the conditions of the region, it is recommended to focus on the seeding rate of 3.5 million pcs./ha, which is the basis for realizing the high yield potential of millet.

Key words: productivity, yield, fertilization, seeding rate, millet.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 06.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.85:631.5
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.5

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ ТА НОРМИ ВИСІВУ НАСІННЯ ГІБРИДІВ РІПАКУ ОЗИМОГО НА ЙОГО АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ

ВАСИЛЕНКО С.В. – аспірант
orcid.org/0009-0004-7468-2291
Сумський національний аграрний університет
ВЕРЕЩАГІН І.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-6589-5138
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Одним із визначальних факторів для забезпечення стабільної продуктивності ріпаку озимого є його здатність адаптуватися до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Сучасні дослідження підтверджують, що норма висіву рослин та строки сівби мають одні з най суттєвих впливів на формування продуктивного стеблостою, розвиток кореневої системи, накопичення біомаси та стійкість до стресових чинників, зокрема в період осіннього загартування та перезимівлі. Попри наявність окремих напрацювань у цій галузі, потребує уточнення і доповнення питання адаптивної відповіді новітніх гібридів ріпаку на різні варіанти норми висіву та строків сівби саме в зоні Центрального Лісостепу України [1, 2].

Ріпак озимий (*Brassica napus* L.) є однією з провідних олійних культур, що вирощується в умовах Центрального Лісостепу України, зокрема для отримання високоякісної харчової олії та виробництва біопалива. Завдяки збалансованому вмісту життєво важливих високомолекулярних карбонових кислот – лінолевої (19–20 %), ліноленової (до 9 %) та олеїнової (55–63 %), а також жиророзчинних вітамінів (Е – 19 мг/100 г, К – 150 мг/100 г, провітамін А – 550 мг/100 г) і мікроелементів (кальцій, мідь, марганець, магній, цинк тощо), ріпакова олія є цінним продуктом [3, 4].

Одним із ключових факторів, що впливають на продуктивність та адаптивність гібридів ріпаку в умовах змінного клімату й ґрунтової родючості, є підбір норми висіву рослин та спосіб сівби. Раціональне поєднання цих агротехнічних прийомів дозволяє покращити адаптивні властивості культури, забезпечити рівномірний розвиток рослин, оптимізувати використання ресурсів та підвищити стійкість до стресових чинників довкілля.

Відомо, що Україна стабільно входить до десятки найбільших виробників ріпаку у світі та посідає провідні позиції серед п'яти основних експортерів цієї культури [5, 10]. При цьому лише близько 12% урожаю переробляється всередині країни, тоді як переважна більшість реалізується у вигляді насіння на зовнішніх ринках. Такий підхід забезпечує оперативну реалізацію продукції без потреби тривалого зберігання, що є критично важливим в умовах воєнного часу, а також сприяє підвищенню прибутковості виробництва та надходженню валютної виручки на фоні зменшення рентабельності вирощування традиційних зернових культур [6, 11].

Під урожай 2022 року посівні площі озимого ріпаку в Україні сягнули рекордних за останні 12 років понад 1,4 млн га, хоча зібрати вдалося лише з 1,1 млн га через обмеження, пов'язані з військовими діями . У 2023 році площі під культурою залишалися на високому рівні – близько 1,2 млн. га. За умови дотримання технологічних вимог вирощування та сприятливих погодних умов, це створює передумови для ще вищого валового збору у 2024 році порівняно з рекордним 2023-м [10].

Продуктивність озимого ріпаку визначається, зокрема, швидкістю росту та тривалістю вегетаційного періоду, що вказує на значний потенціал для подальшого підвищення врожайності. Разом з тим темпи росту і розвиток рослин значною мірою залежать від кліматичних умов та застосованих агротехнологій. Одним із ключових чинників досягнення високих урожаїв у зоні ризикованого землеробства, до якої належить і Центральний Лісостеп, є формування життєздатних рослин, стійких до низьких температур, тобто якісна підготовка до перезимівлі [7, 13].

Також, в умовах зміни клімату, зростання цін на ресурси та військових викликів, які знижують доступність площ і агротехнічного обслуговування, надзвичайно важливим є розроблення адаптивних технологій вирощування культур із високим експортним потенціалом, до яких належить ріпак озимий. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення ефективності використання посівних площ, забезпечення високої виживаності рослин у зимовий період та стабільності врожаю в складних умовах. Зокрема, удосконалення параметрів сівби та вибору норми висіву є резервом підвищення продуктивності без значних додаткових витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх двох десятиліть в Україні спостерігається активне відродження ріпаку озимого як важливої промислової олійної культури. Цей процес був зумовлений виведенням нових високопродуктивних сортів і гібридів, а також розробленням інтенсивних технологій вирощування, що дало змогу значно розширити агровиробничий потенціал культури в різних природно-кліматичних зонах [2, 4, 8].

Станом на сьогодні в Україні зареєстровано понад 330 сортів і гібридів ріпаку озимого як вітчизняної, так і іноземної селекції, що створює передумови для широкої адаптації культури до умов вирощування та реалізації її генетичного потенціалу [9, 11]

Серед вітчизняних наукових установ, які здійснюють селекцію ріпаку, слід відзначити Івано-Франківський інститут АПВ НААН, НУБіП України, Інститут олійних культур НААН, ННЦ «Інститут землеробства НААН», а також низку дослідних станцій і приватних підприємств [8]. Водночас дедалі більшу частку ринку займають гібриди іноземного походження, зокрема компаній: *NPZ Lembke*, *Bayer* (*Monsanto)*, *Pioneer*, *Syngenta*, *KWS* та інших [12, 13, 14]. Це розширення сортового та гібридного складу обумовлює потребу в проведенні комплексної агроекологічної оцінки форм ріпаку озимого щодо їхньої продуктивності, зимостійкості та адаптивних властивостей у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [4, 7, 15].

Відомо, що адаптація гібридів ріпаку до умов вирощування значною мірою визначається такими факторами, як норма висіву насіння, строки посіву, спосіб сівби, рівень мінерального живлення та агрофітосанітарний стан посівів. Особливої актуальності набуває проблема оптимізації цих чинників в умовах Центрального Лісостепу України, де спостерігаються значні коливання погодних умов і часті прояви абіотичних стресів [2].Останні дослідження показують, що наявність великої кількості сортів і гібридів потребує чіткого наукового підходу до їх оцінки та класифікації за адаптивністю та продуктивністю. У цьому контексті ефективним є застосування методів кластерного аналізу, який дозволяє здійснити багатофакторну класифікацію об’єктів дослідження – не лише за окремими морфо-фізіологічними ознаками, а й за їх комплексною реакцією на агротехнічні чинники [2, 16, 17]. Такий підхід є особливо цінним для ідентифікації груп гібридів із подібною реакцією на норму висіву, ширину міжряддя та інші прийоми сівби, що, своєю чергою, відкриває можливості для цілеспрямованої оптимізації технологій вирощування [1, 18, 19].

Таким чином, попри значну кількість досліджень, комплексна оцінка взаємозв’язку між способом сівби, нормою висіву рослин і адаптивними властивостями ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України залишається недостатньо вивченою. Невирішеною залишається також проблема виявлення таких агротехнічних прийомів, які забезпечують максимальну реалізацію генетичного потенціалу сучасних гібридів ріпаку в умовах кліматичних змін і підвищеного біотичного тиску. Саме цим аспектам присвячені дані ослідження.

Метою дослідження є встановлення впливу норми висіву рослин та строків сівби на адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України для оптимізації агротехнічних рішень і підвищення стійкості культури до несприятливих чинників довкілля.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводилися у 2024–2025 роках на дослідному полі Агро арена Північ, ТОВ «Байєр»,(с. Новаки, Полтавська обл.). Агрокліматичні умови регіону – помірно континентальні, з теплим літом і достатньою кількістю опадів. Середньорічна температура повітря – +8,2 °С, сума активних температур за вегетаційний період (t > 10 °С) – близько 2800–3000 °С, середньорічна кількість опадів – 520–580 мм, переважно в теплий період року.

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи опідзолені середньосуглинисті з вмістом гумусу 3,2–3,5 %, pH – 6,0–6,5, забезпечення поживними речовинами: легкогідролізованого азоту – 85–100 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору – 105–120 мг/кг; обмінного калію – 110–130 мг/кг.

Було застосовано двофакторний польовий дослід: Фактор А – строк сівби: А1 – ранній (15 серпня); $А_2$ – оптимальний (25 серпня); $А_3$ – пізній (5 вересня); А4 – критично пізній (15 вересня).

Фактор В – норма гутота стояння, тис. шт./га: $В_1$ – 250 тис./га; $В_2$ – 350 тис./га; $В_3$ – 450 тис./га; В4 – 550 тис./га. Використовували гібрид ріпаку озимого ДК Сефор.

Дослід закладено методом повторних ділянок у чотирикратному повторенні, розмір облікової ділянки – 25 м². Сівба проводилася кондиційним насінням із лабораторною схожістю не нижче 95 %, глибина загортання – 2–3 см. Передпосівна обробка включала коткування. У фазі 3–4 листків (осінь) застосовували ретардант на основі метконазолу (0,5 л/га). Для контролю шкідників та хвороб використовували інсектициди (дельтаметрин) та фунгіциди (протіоконазол). У весняний період проводили захист від склеротініозу та контролювали фомоз.

Урожай обмолочували з облікових ділянок, перерахунок урожайності проводили з урахуванням вологості. Статистичну обробку даних виконано методом дисперсійного аналізу з використанням програми Statistica 6.0.

Результати досліджень. Однією з ключових умов успішної перезимівлі ріпаку озимого є достатнє зволоження верхнього шару ґрунту, де формується основна маса кореневої системи. Відомо, що насіння ріпаку озимого проростає за температури +2–3 °С, а масові сходи з’являються на 5–10-й день при температурі повітря +12–18 °С. За оптимальних строків сівби та норм висіву до кінця осінньої вегетації рослини формують добре розвинену листкову розетку.

Дослідження показали, що норма висіву насіння ріпаку озимого є критичним чинником, який суттєво впливає на його адаптивні властивості, зокрема на розвиток, перезимівлю, формування генеративних органів та врожайність. Оптимальне розміщення рослин у посіві забезпечує ефективніше використання агрофізичних ресурсів ґрунту, світла, вологи, поживних речовин і сприяє збалансованому росту та розвитку гібридів.

Надмірне загущення посівів, хоч і сприяє повнішому покриттю ґрунту, водночас погіршує умови освітлення нижніх ярусів, знижує ефективність фотосинтезу, підвищує ризик ураження хворобами та обмежує розвиток генеративних органів.

Таким чином, встановлено тісний зв’язок між строками сівби, способом сівби, нормами висіву

рослин та адаптивними властивостями гібридів ріпаку озимого.

Оптимальний період сівби для Центрального Лісостепу – з 20 по 30 серпня. Сівба в цей час забезпечує вхід рослин у зиму на стадії 8-12 листків при висоті 10–15 см, діаметрі кореневої шийки 8–12 мм і розетці 15–25 см. Рекомендована норма висіву насіння – 350–450 тис./га для гібридів, що дозволяє уникнути переростання та забезпечити рівномірний розвиток.

При ранніх строках сівби (до 20 серпня) існує ризик переростання, тому рекомендовано застосовувати регулятори росту. Запізнення сівби (після 5 вересня) значно знижує адаптивні властивості рослин: вони не встигають сформувати достатню розетку, що підвищує ризик вимерзання та втрати врожайності.

У таблиці 1 наведено результати польових досліджень щодо впливу строків сівби та норми висіву насіння на розвиток і продуктивність гібридів озимого ріпаку в умовах центрального Лісостепу України за 2024–2025 роки (середнє). Параметри оцінювалися за рядом показників: кількість днів до появи сходів, тривалість досягнення фази 9-10 листків після сходів, якість укорінення, дата входу у зиму, рівень перезимівлі та кінцева урожайність у тонах з гектара.

Найвищу урожайність отримано при сівбі в оптимальні строки (25–27 серпня) з нормою 350 тис. насінин/га, що забезпечило добру укоріненість, своєчасний розвиток розетки й високу зимостійкість. Пізні строки сівби (після 5 вересня) призвели до скорочення вегетаційного періоду до зими, вхід в зиму недорозвинених рослин (фаза ВВСН 15-16), зниження рівня укорінення та зимостійкості, а отже й зменшення врожайності на 0,8–1,4 т/га.

Урожайність обраховувалась після збирання за вологості насіння від 8,4-10,2 %, ураховуючи вплив погодних умов, температурного режиму (10–12 °С на момент сівби) та вологості ґрунту (50–70 % ППВ).

Найвищу врожайність забезпечували оптимальні строки сівби (друга декада серпня) та норма 350–450 тис. рослин/га. Занадто пізній посів і надмірна норма висіву насіння призводили до зниження продуктивності через недосконалу генеративну структуру рослин.

Вплив строків сівби та норм висіву насіння на формування елементів структури врожаю озимого ріпаку подано в таблиці 2. Протягом двох років досліджень статистично значущої різниці у врожайності між роками не зафіксовано. Однак, дати посіву істотно впливали на структурні елементи врожаю.

Затримка строків сівби призводила до зменшення кількості бокових пагонів, кількості та маси стручків на бічних гілках, а також до зниження маси 1000 насінин. Натомість кількість стручків і насіння на головному стеблі підвищувалися. Проте, загальна продуктивність при пізньому та критично пізньому строках сівби знижувалась, через слабший розвиток бічних частин рослин.

Норма висіву насіння також справляла істотний вплив. Підвищення норми висіву сприяло формуванню більшої кількості стручків та насіння на головному пагоні(стеблі), але водночас знижувало масу 1000 насінин. Зменшення норми висіву відносно оптимальної і в подальшому густоти, навпаки, активізувало розвиток бічних пагонів та гілок, однак це також не покращувало врожайність через зменшення маси насінин.

Таблиця 1 – Вплив строків сівби та норми висіву насіння на елементи формування врожаю ріпаку озимого,(середнє за 2024-2025 рр.)

Строки сівби	Норма висіву, тис. рослин/га	Дата сівби	Сходи, (днів)	Фаза ВВСН 18 (днів після сходів)	Ступінь укорінення	Перезимівля	Урожайність, т/га
Ранні	250	15.08	6	46	дуже добре	висока	4,11
Оптимальні	350	25.08	6	55	добре	висока	4,71
Пізні	450	05.09	9	64,5	добре	задовільна	4,47
Критично пізні	550	15.09	8,5	62 (фаза ВВСН 15-16)	слабке	низька	3,37

Таблиця 2 – Вплив строків сівби та густоти стояння на елементи структури врожаю ріпаку озимого, (середнє за 2024-2025 рр.)

Строки сівби	Густота стояння, тис. рослин/га	Кількість стручків		Кількість насінин		Вага насіння		Маса 1000 насінин (г)
		на гол. пагоні (шт./м²)	на бічних пагонах (шт./м²)	в гол. пагоні (шт./м²)	в бічних пагонах (шт./м²)	з гол. пагона (г/м²)	з бічних пагонів (г/м²)	
Ранні	250	1050	310	2500	730	478	165	3,8
Оптимальні	350	1270	455	3110	955	625	180	4,2
Пізні	450	880	255	2265	595	575	158	4,1
Критично пізні	550	1055	155	2600	370	495	115	3,5

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що строки сівби та норма висіву істотно впливають на формування структурних елементів врожаю та врожайність озимого ріпаку в умовах Центрального Лісостепу України. З'ясовано, що оптимальні строки сівби (друга декада серпня) у поєднанні з нормою висіву 350 тис. насінин/га сприяють інтенсивному розвитку бічної генеративної частини рослин, що забезпечує формування більшої кількості стручків та вищу загальну продуктивність посівів.

Затримка строків сівби погіршує ріст і розвиток бокових пагонів, призводить до зменшення кількості та маси стручків на них, зниження маси 1000 насінин, що в сукупності негативно позначається на врожайності. Водночас, спостерігається компенсаторне збільшення продуктивності головного пагона, однак цього недостатньо для збереження рівня загального врожаю.

Збільшення норми висіву рослин до 550 тис./га сприяє формуванню більшої кількості стручків на головному пагоні, проте надмірна густота пригнічує розвиток бічних пагонів, знижує масу насінин і, як наслідок, не забезпечує стабільного підвищення врожайності. Оптимальна норма висіву є залежною і потребує уточнення для кожного гібриду з урахуванням агроекологічних умов вирощування.

Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних технологій вирощування озимого ріпаку, спрямованих на підвищення стабільності та ефективності його виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гаврилюк Н. В. Застосування кластерного аналізу для оцінки адаптивних властивостей сортів ріпаку. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. №5. 19–23.

2. Гаврилюк Н. В., Бабич А. О., Поліщук В. М. Адаптивність сучасних сортів ріпаку до умов Лісостепу України. *Агроекологічний вісник*. 2020. №2. 38–42.

3. Гордієнко Н. В. Агрофактори, що формують адаптивність ріпаку озимого в Центральному Лісостепу. *Наукові доповіді НААН*. 2021. №4. 47–50.

4. Коротькова І. В., Дробітько А. М. Підживлення ґрунту для високої врожайності та якості – ріпак озимий. *Хімія, біотехнологія, екологія та освіта: зб. матеріалів VII міжнар. наук.-практ. інтернет-конф.*, Полтава: ПДАУ. 2023. 395–399.

5. Мельник С. І. Особливості вирощування ріпаку озимого в умовах змінного клімату. *Зернові культури*. 2022. №1(37). 60–65.

6. Міністерство аграрної політики України. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Київ: Мінагрополітики. 2025.

7. Прокопчук В. І., Співак Л. А. Вплив густоти стояння на продуктивність ріпаку озимого. *Вісник аграрної науки*. 2020. №9. 33–39.

8. Семенченко О. В. Селекційні досягнення вітчизняних установ у сфері ріпаку озимого. *Наукові праці Інституту рослинництва*. 2021. №3(29). 52–57.

9. Шевченко І. М. Сортовий склад ріпаку в Україні: тенденції та виклики. *Агросвіт*. 2019. №18. 24–27.

10. Чайківський І. Зелений коридор для ріпаку в ЄС. Чому важливо його створити? *Latifundist.com*. https://latifundist.com/blog/read/2924-zelenij-koridor-dlya-ri-paku-v-yes-chomu-vazhlivo-jogo-stvoriti.

11. Ріпак в Україні 2023: врожай, темпи експорту та ціна. (n.d.). *SuperAgronom.com*. https://superagronom.com/multimedia/infographics/81-ripak-v-ukrayini-2023-vrojay-tempi-eksportu-ta-tsina.

12. Böttcher U., Rampin E., Hartmann K., Zanetti F., Flenet F., Morison M., Kage H. A phenological model of winter oilseed rape according to the BBCH scale. *Crop and Pasture Science*. 2016. 67(3–4). 345–358. https://doi.org/10.1071/CP15321

13. Harker K. N., O'Donovan J. T., Smith E. G., Johnson E. N., Peng G., Willenborg C.J., Issah G. Canola growth, production, and quality are influenced by seed size and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science*. 2017. 97(3). 438–448. https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0215

14. Jarecki W. The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro- and micronutrients. *Agriculture*. 2021. 11. 515. https://doi.org/10.3390/agriculture11060515

15. Kalinina A., Scholz V., Böhm T. Winter oilseed rape as a renewable resource – a European perspective. *Biomass and Bioenergy*. 2020. 139. 105632. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105632

16. Ma L., Wang X., Pu Y., Wu J., Coulter J. A., Li X., Sun W. Ecological and economic benefits of planting winter rapeseed (*Brassica rapa* L.) in the wind erosion area of northern China. *Scientific Reports*. 2019. 9. 20272. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56678-3

17. Oduma O., Nnadi D. C., Agu C. S., Igwe J. E. (2017). Determination of the effect of tillage on soil resistance to penetration. *American Journal of Engineering Research*. 6(7). 1–5. http://www.ajer.org/v6(07).html

18. Wollmer A. C., Pitann B., Mühling K. H. Waterlogging events during stem elongation or flowering affect yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) but not seed quality. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 2018. 204. 165–174. https://doi.org/10.1111/jac.12244

19. Xu G., Shen S., Zhang Y., Clements D.R., Yang S., Wen L., Dong L. Effects of various nitrogen regimes on the ability of rapeseed (*Brassica napus* L.) to suppress littleseed canarygrass (Phalaris minor Retz.). *Agronomy*. 2022. 12(3). 713 p. https://doi.org/10.3390/agronomy12030713

REFERENCES:

1. Havryliuk N. V. Zastosuvannia klasternoho analizu dlia otsinky adaptyvnykh vlastyvostei sortiv ripaku [Application of cluster analysis to assess adaptive properties of rapeseed varieties]. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo. 2022. № 5. S. 19–23. [in Ukrainian].

2. Havryliuk N. V., Babych A. O., Polishchuk V. M. Adaptyvnist suchasnykh sortiv ripaku do umov Lisostepu Ukrain [Adaptability of modern rapeseed varieties to the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Ahroekolohichnyi visnyk. 2020. №2. S. 38–42. [in Ukrainian].

3. Hordiienko N. V. Ahrofaktory, shcho formuiut adaptyvnist ripaku ozymoho v Tsentralnomu Lisostepu [Agrofactors shaping the adaptability of winter rapeseed in the Central Forest-Steppe]. Naukovi dopovidi NAAN. 2021. № 4. S. 47–50. [in Ukrainian].

4. Korotkova I. V., Drobitko A. M. Pidzhyvlennia gruntu dlia vysokoi vrozhainosti ta yakosti – ripak ozymyi. Khimiia, biotekhnolohiia, ekolohiia ta osvita [Soil fertilization for high yield and quality – winter rapeseed. Chemistry, biotechnology, ecology and education]. Zb. materialiv VII mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf., Poltava: PDAU. 2023. S. 395–399. [in Ukrainian].

5. Melnyk S. I. Osoblyvosti vyroshchuvannia ripaku ozymoho v umovakh zminnoho klimatu [Peculiarities of growing winter rapeseed in conditions of a changing climate]. Zernovi kultury. 2022. №1(37). S. 60–65 [in Ukrainian].

6. Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy. Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini [Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine]. Kyiv: Minahropolityky. 2025. [in Ukrainian].

7. Prokopchuk V. I., Spivak L. A. Vplyv hustoty stoiannia na produktyvnist ripaku ozymoho [The influence of stand density on the productivity of winter rapeseed]. Visnyk ahrarnoi nauky. 2020. №9. S. 33–39. [in Ukrainian].

8. Semenchenko O. V. Selektsiini dosiahnennia vitchyznianykh ustanov u sferi ripaku ozymoho [Breeding achievements of domestic institutions in the field of winter rapeseed]. Naukovi pratsi Instytutu roslynnytstva. 2021. №3(29). S. 52–57 [in Ukrainian].

9. Shevchenko I. M. Sortovyi sklad ripaku v Ukraini: tendentsii ta vyklyky [Varietal composition of rapeseed in Ukraine: trends and challenges]. Ahrosvit. 2019. №18. S. 24–27. [in Ukrainian].

10. Chaikivskyi I. Zelenyi korydor dlia ripaku v YeS. Chomu vazhlyvo yoho stvoryty? [Chaykivskyi I. Green corridor for rapeseed in the EU. Why is it important to create it?]. Latifundist.com. 2022. https://latifundist.com/blog/read/2924-zelenij-koridor-dlya-ri-paku-v-yes-chomu-vazhlivo-jogo-stvoriti [in Ukrainian].

11. Ripak v Ukraini 2023: vrozhai, tempy eksportu ta tsina. (n.d.) [Rapeseed in Ukraine 2023: yield, export rates and price]. SuperAgronom.com. https://superagronom.com/multimedia/infographics/81-ripak-v-ukrayini-2023-vrojay-tempi-eksportu-ta-tsina [in Ukrainian].

12. Böttcher U., Rampin E., Hartmann K., Zanetti F., Flenet F., Morison M., Kage H. (2016). A phenological model of winter oilseed rape according to the BBCH scale. *Crop and Pasture Science*. 67(3–4). 345–358. https://doi.org/10.1071/CP15321

13. Harker K. N., O'Donovan J. T., Smith E. G., Johnson E. N., Peng G., Willenborg C. J., Issah G. (2017). Canola growth, production, and quality are influenced by seed size and seeding rate. *Canadian Journal of Plant Science*. 97(3). 438–448. https://doi.org/10.1139/cjps-2016-0215

14. Jarecki W. (2021). The reaction of winter oilseed rape to different foliar fertilization with macro- and micronutrients. *Agriculture*. 11. 515. https://doi.org/10.3390/agriculture11060515

15. Kalinina A., Scholz V., Böhm T. (2020). Winter oilseed rape as a renewable resource – a European perspective. *Biomass and Bioenergy*. 139. 105632. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105632

16. Ma L., Wang X., Pu Y., Wu J., Coulter J. A., Li X., Sun W. (2019). Ecological and economic benefits of planting winter rapeseed (*Brassica rapa* L.) in the wind erosion area of northern China. *Scientific Reports*. 9. 20272. https://doi.org/10.1038/s41598-019-56678-3

17. Oduma O., Nnadi D.C., Agu C.S., Igwe J.E. (2017). Determination of the effect of tillage on soil resistance to penetration. *American Journal of Engineering Research*. 6(7). 1–5. http://www.ajer.org/v6(07).html

18. Wollmer A.C., Pitann B., Mühling K.H. (2018). Waterlogging events during stem elongation or flowering affect yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.) but not seed quality. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 204. 165–174. https://doi.org/10.1111/jac.12244

19. Xu G., Shen S., Zhang Y., Clements D.R., Yang S., Wen L., Dong L. (2022). Effects of various nitrogen regimes on the ability of rapeseed (*Brassica napus* L.) to suppress littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.). *Agronomy*. 12(3). 713 p. https://doi.org/10.3390/agronomy12030713

Василенко С.В., Верещагін І.В. Вплив строків сівби та норми висіву насіння гібридів ріпаку озимого на його адаптивні властивості в умовах Центрального Лісостепу

Мета. Встановлення впливу норми висіву рослин та строків сівби на адаптивні властивості гібридів ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України для оптимізації агротехнічних рішень і підвищення стійкості культури до несприятливих чинників довкілля.

Методи. Дослід закладено методом повторних ділянок у чотирикратному повторенні, розмір облікової ділянки – 25 м². Сівба проводилася кондиційним насінням із лабораторною схожістю не нижче 95 %, глибина загортання – 2–3 см. Передпосівна обробка включала коткування. У фазі 3–4 листків (осінь) застосовували ретардант на основі метконазолу (0,5 л/га). Для контролю шкідників та хвороб використовували інсектициди (дельтаметрин) та фунгіциди (протіоконазол). У весняний період проводили захист від склеротініозу та контролювали фомоз. Урожай обмолочували з облікових ділянок, перерахунок урожайності проводили з урахуванням вологості.

Результати. Дослідження показали, що норма висіву насіння ріпаку озимого є критичним чинником, який суттєво впливає на його адаптивні властивості, зокрема на розвиток, перезимівлю, формування генеративних органів та врожайність. Оптимальне розміщення рослин у посіві забезпечує ефективніше використання агрофізичних ресурсів ґрунту, світла, вологи, поживних речовин і сприяє збалансованому росту та розвитку гібридів.

Надмірне загущення посівів, хоч і сприяє повнішому покриттю ґрунту, водночас погіршує умови освітлення нижніх ярусів, знижує ефективність фотосинтезу, підвищує ризик ураження хворобами та обмежує розвиток генеративних органів.

Оптимальний період сівби для Центрального Лісостепу – з 20 по 30 серпня. Сівба в цей час забезпечує вхід рослин у зиму на стадії 8-12 листків при висоті 10–15 см, діаметрі кореневої шийки 8–12 мм і розетці 15–25 см. Рекомендована норма висіву насіння – 350–450 тис./га для гібридів, що дозволяє уникнути переростання та забезпечити рівномірний розвиток.

При ранніх строках сівби (до 20 серпня) існує ризик переростання, тому рекомендовано застосовувати регулятори росту. Запізнення сівби (після

5 вересня) значно знижує адаптивні властивості рослин: вони не встигають сформувати достатню розетку, що підвищує ризик вимерзання та втрати врожайності. Затримка строків сівби призводила до зменшення кількості бокових пагонів, кількості та маси стручків на бічних гілках, а також до зниження маси 1000 насінин. Натомість кількість стручків і насіння на головному стеблі підвищувалися. Проте, загальна продуктивність при пізньому та критично пізньому строках сівби знижувалась, через слабший розвиток бічних частин рослин.

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що строки сівби та норма висіву істотно впливають на формування структурних елементів врожаю та врожайність озимого ріпаку в умовах Центрального Лісостепу України. З'ясовано, що оптимальні строки сівби (друга декада серпня) у поєднанні з нормою висіву 350 тис. насінин/га сприяють інтенсивному розвитку бічної генеративної частини рослин, що забезпечує формування більшої кількості стручків та вищу загальну продуктивність посівів. Отримані результати можуть бути використані для розробки адаптивних технологій вирощування озимого ріпаку, спрямованих на підвищення стабільності та ефективності його виробництва.

Ключові слова: строки сівби, норми висіву, адаптивність, елементи продуктивності, урожайність.

Vasylenko S.V., Vereshchagin I.V. Influence of sowing dates and seeding rates of winter rapeseed hybrids on their adaptive properties in the conditions of the Central Forest-Steppe

Purpose. To establish the influence of the seeding rate of plants and sowing dates on the adaptive properties of winter rapeseed hybrids in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine for the optimization of agrotechnical solutions and increasing the resistance of the crop to adverse environmental factors.

Methods. The experiment was set up using the method of repeated plots in fourfold repetition, the size of the accounting plot was 25 m². Sowing was carried out with conditioned seeds with laboratory germination not lower than 95%, the depth of wrapping was 2–3 cm. Pre-sowing treatment included rolling. In the phase of 3–4 leaves (autumn), a retardant based on metconazole (0.5 l/ha) was used. Insecticides (deltamethrin) and fungicides (prothioconazole) were used to control pests and diseases. In the spring, protection against sclerotinia was carried out and fomosis was controlled. The crop was threshed from the accounting plots, and the yield was calculated taking into account humidity.

Results. Studies have shown that the sowing rate of winter rapeseed is a critical factor that significantly affects its adaptive properties, in particular, development, overwintering, formation of generative organs and yield. Optimal placement of plants in the crop ensures more efficient use of agrophysical resources of the soil, light, moisture, nutrients and promotes balanced growth and development of hybrids.

Excessive thickening of crops, although it contributes to more complete soil coverage, at the same time worsens the lighting conditions of the lower tiers, reduces the efficiency of photosynthesis, increases the risk of disease and limits the development of generative organs. The optimal sowing period for the Central Forest-Steppe is from August 20 to 30. Sowing at this time ensures that plants enter the winter at the stage of 8-12 leaves at a height of 10-15 cm, a root collar diameter of 8-12 mm and a rosette of 15-25 cm. The recommended seed sowing rate is 350-450 thousand/ha for hybrids, which allows you to avoid overgrowth and ensure uniform development. With early sowing dates (before August 20), there is a risk of overgrowth, so it is recommended to use growth regulators. Late sowing (after September 5) significantly reduces the adaptive properties of plants: they do not have time to form a sufficient rosette, which increases the risk of freezing and yield loss. Delaying the sowing dates led to a decrease in the number of lateral shoots, the number and mass of pods on lateral branches, as well as a decrease in the mass of 1000 seeds. Instead, the number of pods and seeds on the main stem increased. However, the overall productivity at late and critically late sowing dates decreased due to the weaker development of the lateral parts of plants.

Conclusions. As a result of the conducted studies, it was found that the sowing dates and the seeding rate significantly affect the formation of structural elements of the crop and the yield of winter rapeseed in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine. It was found that the optimal sowing dates (second decade of August) in combination with the seeding rate of 350 thousand seeds/ha contribute to the intensive development of the lateral generative part of plants, which ensures the formation of a larger number of pods and higher overall crop productivity. The results obtained can be used to develop adaptive technologies for growing winter rapeseed aimed at increasing the stability and efficiency of its production.

Key words: sowing dates, seeding rates, adaptability, productivity elements, yield.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.5:631.52:633.18
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.6

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОРТІВ РИСУ (*ORYZA SATIVA* 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
МАРЧЕНКО Т.Ю. – доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0001-6994-3443
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України,
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту 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
ПІЛЯРСЬКА О.О. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший дослідник
orcid.org/0000-0001-8649-0618
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Зменшення продуктивності рису в основному пов'язане зі змінами родючості ґрунтів та їх агромеліоративного стану внаслідок необґрунтованого насичення сівозмін сільськогосподарськими культурами, без урахування особливостей їх впливу на рис як попередників, та необхідності регулювання окремих елементів технологій вирощування. Щорічно простежуються погодні аномалії, які негативно впливають на процеси росту і розвитку рослин рису та вимагають певного втручання і регулювання стресових станів посівів. У виробництві спостерігається збільшення площ посіву іноземних сортів рису без ведення системи насінництва, що в більшості випадків призводить до значного погіршення фітосанітарного стану систем та, відповідно, втрати врожаю. Таким чином, проведення досліджень, спрямованих на підвищення продуктивності рису та ефективності використання рисових систем; прискорене впровадження у виробництво сучасних, високопродуктивних сортів, адаптованих до умов зони рисосіяння країни; виявлення оптимальних параметрів технологічних та агроекологічних факторів з метою підвищення фотосинтетичної і продукційної діяльності рослин рису; впровадження інноваційних продуктів виробництва, які забезпечують максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сучасних сортів є досить важливим напрямом розвитку вітчизняної науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рис є однією з найважливіших світових продовольчих зернових культур за обсягами виробництва, займаючи друге місце після пшениці. Для третини населення планети він залишається основним продуктом харчування, навіть незважаючи на те, що в останні роки хліб і хлібобулочні вироби з пшениці, в тому числі макаронні вироби, користуються великим попитом у населення [1–4].

Вітчизняне вирощування рису є досить складною галуззю зернового господарства, оскільки пов'язане із застосуванням спеціалізованих зрошувальних систем, які вимагають більшої капіталомісткості, ніж при виробництві інших видів зернових, фінансових, матеріальних і трудових ресурсів. До особливостей виробництва рису можна віднести локальне поширення цієї вологолюбної культури, на відміну, наприклад, від колосових зернових культур. Складнощі вирощування рису традиційно обумовлені його біологічними особливостями і кліматичними умовами, оскільки вирощування рису в Україні знаходиться в самій північній рисівничий зоні світу. Тому диференційоване використання адаптивного потенціалу культури, біокліматичного потенціалу зони вирощування цієї зернової продовольчої культури має сприяти зниженню витрат на виробництво рису [5, 6].

Мета статті – встановити комплексну реакцію сортів рису на зміну технологічних елементів та розробити регламент проведення агротехнічних заходів вирощування рису (*Oryza sativa* L.) з урахуванням особливостей нових сортів. Дослідження проведені в рамках державної ПНД 5 Національної

академії аграрних наук України «Зрошуване землеробство» за завданням 05.00.01.08.Ф «Науково обґрунтувати та розробити методологічні підходи формування високопродуктивних агроценозів рису та інноваційні технології його вирощування в умовах кліматичних змін у Південному Степу України», № Держреєстрації 0121U000103.

Матеріали та методика досліджень. Методи досліджень: польовий – для визначення врожайності зерна, кількісних, лінійних та біометричних вимірів рослин; спостереження – для визначення фаз росту й розвитку рослин, загального стану посівів та появи шкідливих організмів; лабораторний – визначення структури врожаю, якості зерна; статистичний – для оцінки достовірності даних, розрахунково-порівняльний – для оцінки економічної ефективності досліджуваних заходів.

Польові досліди проводили в базовому дослідному господарстві Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН СВК «Маяк», Кілійського району, Одеської області, що знаходиться в агроекологічній зоні Південний Степ України (Одеська обл., Кілійський район, географічні координати: північна широта: 45°46′50″, східна довгота: 29°24′89″). Територія проведення дослідів розташований у другому центральному агрокліматичному районі в зоні різнотравно-злакових степів з посушливим кліматом, недостатньою кількістю опадів та високою інсоляцією, а в літній період нерідко з періодичними суховіями. В дослідженнях використовували сорти української селекції, що занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Використовували загальновизнану методику досліджень [7, 8].

Дослідження проводились з використанням методичних підходів, які застосовуються в міжнародній практиці, зокрема, відповідати вимогам ISO 17025. Всі дослідження виконувались згідно державних стандартів та на підставі методичних вимог до проведення польових дослідів. Використовували загальноприйняті методики досліджень у зрошуваному землеробстві, методичні вказівки з виконання агрохімічних, агротехнічних, меліоративних досліджень та методики аналізу отриманих даних. Використовували довідники з агрохімічних методів досліджень ґрунтів, еколого-меліоративного моніторингу зрошуваних земель.

На початку вегетації та після збирання відібрано зразки грунту для визначення вмісту макро- та мікроелементів, важливих для життєдіяльності рослин рису згідно ДСТУ. Під час вегетації проводились спостереження за фазами вегетації рису та погодними умовами року, проводили біометричні виміри, у фазу повної стиглості здійснено відбір модельних снопів для аналізу структури врожаю.

В досліді вивчався вплив дії препарату БЛУ™ N на продуктивність інноваційних сортів рису Корвет та Фагот.

Препарат Блу™ N є біопродуктом компанії Corteva Agriscience™. Препарат містить ексклюзивний штам бактерій Methylobacterium symbioticum 3 х 107 КУО/г, діяльність яких сприяє фіксації атмосферного азоту (N_2), забезпечуючи рослини додатковим джерелом азоту, що в подальшому впливає на їх ріст і розвиток. Бактерії M. Symbioticum, які містить Блу™ N, швидко заселяють рослину, перетворюючи атмосферний азот у доступну для рослин форму (амонійну). Бактерії M. Symbioticum належать до ендофітних бактерій, які сприймаються імунною системою рослин і здатні поширюватися всередині рослинної тканини, в листовій масі, корінні [9].

Дослідження проводили з двома інноваційними рису – сорт Корвет та сорт Фагот селекції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН.

Сорт рису Корвет. Урожайність (за стандартної вологості 14%), т/га – 10,6 т/га. Маса 1000 зерен, г – 28. Вегетаційний період, діб – 122. Плівковість, % – 18,3. Склоподібність, % – 100. Вихід крупи, % – 67,7; цілого ядра, % – 90,12. Група стиглості – 5. Стійкість проти збудників хвороб, балів (1–9): пірикуляріоз – 8; фузаріоз – 9; аскохітоз – 9; гельмінтоспоріоз – 9 [10].

Сорт рису Фагот. Урожайність (за стандартної вологості 14%), т/га – 9,16 т/га. Маса 1000 зерен, г – 31,6. Вегетаційний період, діб – 112. Плівковість, % – 20,8. Склоподібність, % – 100. Вихід крупи, % – 67,4; цілого ядра, % – 92,2. Група стиглості – 3. Стійкість проти збудників хвороб, балів (1–9): пірикуляріоз – 8; фузаріоз – 9; аскохітоз – 9; гельмінтоспоріоз – 9 [10].

Дослід закладено у 8 варіантах, які відрізняються різними комбінаціями внесення мінеральних добрив з препаратом БЛУ™ N. Для кожного сорту розроблено 4 комбінації внесення мінеральних добрив та препарату БЛУ™ N.

Варіант Ф1 (контроль) – Внесення в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 100 кг карбаміду (у фізичній вазі) в підживлення у фазу початку кущення (контроль).

Варіант Ф2 – Внесення в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 100 кг карбаміду (у фізичній вазі) в підживлення у фазу початку кущення + 333 г/га БЛУ™ N в фазу початку трубкування.

Варіант Ф3 – Внесення в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 100 кг карбаміду (у фізичній вазі) в підживлення у фазу початку кущення + 100 кг карбаміду у фізичній вазі в фазу початку трубкування.

Варіант Ф4 – Внесення в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 333 г/га БЛУ™ N в фазу початку кущення.

Повторність досліду чотириразова, залікова площа облікових ділянок 25 м^2, посів проводився сівалкою СН-16. Попередник – кукурудза.

Результати дослідження: У 2023-2025 роках вивчався вплив системи живлення на продуктивність сортів рису Фагот (група ранньостиглих сортів) та сорту Корвет, що відноситься до групи середньостиглих сортів.

Встановлено, що у варіанти живлення Ф 2, Ф 4 сприяли збільшенню висоти рослини сорту Фагот на 4,8…6,2 % (табл. 1). Більша висота рослин зафіксована при застосуванні препарату БЛУ™ N в фазу початку кущення та трубкування.

Довжина волоті у сорту Фагот була більшою при застосуванні препарату БЛУ™ N на 0,9…2,1 см порівняно з контролем. Більш суттєвою була різниця кількості зерен у волоті – застосування препарату БЛУ™ N призводило до збільшення виповнених зерен у волоті на 13,3…15,5 шт. Більша озерненість спостерігалась при застосуванні оптимізатора ефективності живлення на початку кущення.

Коефіцієнт кущення є важливим для оцінки потенціалу врожайності культури. Вищий коефіцієнт кущення може свідчити про кращий розвиток рослини та потенційно вищий урожай. Максимальним коефіцієнт кущення спостерігався на варіанті Ф 2 – 3,8, мінімальний на варіанті – внесення в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 100 кг карбаміду (у фізичній вазі) в підживлення у фазу початку кущення – 1,8.

Встановлено, що найбільший вплив на висоту рослин рису сорту Корвет здійснюється при застосуванні в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 100 кг карбаміду (у фізичній вазі), підживлення у фазу початку кущення + 333 г/га БЛУ™ N та в фазу початку трубкування (вар. К 2) – 108,9 см (табл. 2).

Застосування препарату БЛУ™ N без комбінації з карбамідом в якості підживлення (варіант К 4) сприяло формуванню найбільшої кількості виповнених зерен у волоті – 89,9 шт., найменшій пустозерності волоті – 11,1% та найбільшому показнику коефіцієнта кущення – 5,2 у сорту Корвет.

Аналіз даних урожайності сорту рису Фагот залежно від системи живлення (табл. 3), свідчить, що найбільшу продуктивність мають варіанти, на яких застосовувався препарат БЛУ™ N. Це варіанти Ф 4 та Ф 2 – 11,96 та 11,28 т/га відповідно. Найбільша урожайність – 11,96 т/га зафіксована на варіанті Ф 4, де в якості підживлення застосовували препарат БЛУ™ N в фазу початку кущення. Максимальна урожайність зерна рису сорту Фагот за роки досліджень становила 12,43 т/га за використання препарату БЛУ™ N також у фазу початку кущення. За цього варіанту досліджень спостерігалась мінімальна флуктуація урожайності (3,67%), що вказує на стабільність прояву урожайності зерна сорту та високої ефективність препарату в напряму підвищення реалізації генотипового потенціалу сорту рису Фагот. Застосування препарату БЛУ™ N в фазу «початок трубкування» також показало високу ефективність, проте в меншій прибавці урожайності порівняно з варіантом К4. За цього варіанту була підвищена варіація урожайності (V_m = 5,38%), що вказує на меншу стабільність позитивної дії препарату при застосуванні у фазу «початок трубкування» порівняно з фазою «початок кущення».

Дослідженням встановлено, що продуктивність рослин рису сорту Корвет була нижчою в середньому за роками на 1,43 т/га, ніж рослин рису сорту Фагот.

Проте, у рослин цього сорту зберігається аналогічна закономірність – варіанти, на яких застосовувався препарат БЛУ™ N забезпечує отримання врожайності на рівні – 10,04 та 11,09 т/га відповідно варіантам К2 та К4.

Найвищий врожай зерна сорту рису Корвет – 11,09 т/га отримано у варіанті К 4, де вносилось в основне живлення 360 кг сульфату амонію (у фізичній вазі) + 333 г/га БЛУ™ N в фазу «початок кущення», що на 1,05 – 3,14 т/га більше, ніж в інших варіантах. За застосування варіанту досліджень К4 у сорту Корвет також спостерігалась мінімальна флуктуація урожайності (3,55%), що вказує на стабільність прояву урожайності зерна сорту та високої ефективність препарату в напряму підвищення реалізації генотипового потенціалу сорту рису Корвет.

Висновки. Встановлено позитивний вплив препарату БЛУ™ N на біометричні показники сор-

Таблиця 1 – Вплив системи живлення на елементи структури врожаю рослин рису сорту Фагот (середнє за 2023-2025 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Довжина волоті, см	Кількість зерен у волоті, шт.			Пустозерність, %	Коеф. кущення
			випов.	пустих	всього		
Ф 1	92,9	18,7	67,5	14,9	81,9	20,8	1,8
Ф 2	98,7	20,8	82,9	19,6	102,7	16,3	3,8
Ф 3	97,4	20,5	76,7	19,9	96,6	17,7	3,3
Ф 4	97,7	19,6	80,8	23,9	104,9	16,9	3,5

Таблиця 2 – Вплив системи живлення на елементи структури врожаю рослин рису сорту Корвет (середнє за 2023 – 2025 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Довжина волоті, см	Кількість зерен у волоті, шт.			Пустозерність, %	Коеф. кущення
			випов.	пустих	всього		
К 1	101,7	17,7	73,8	27,3	101,1	26,9	1,9
К 2	108,9	19,9	82,7	23,4	106,2	11,4	3,8
К 3	102,9	22,4	76,5	16,5	92,7	15,7	3,3
К 4	102,9	20,8	89,9	15,9	105,8	11,1	5,2

Таблиця 3 – Урожайність сортів рису залежно від системи живлення, т/га, середнє за 2023 – 2025 рр.

Варіант досліду (фактор А)	$\bar{X}$, т/га	s_x	Lim, т/га		V_m, %
			min	max	
Сорт (фактор В) **Фагот**					
Варіант К1	9,32	0,143	7,94	10,06	6,75
Варіант К2	11,28	0,174	10,23	12,21	5,87
Варіант К3	10,87	0,147	9,65	11,54	5,31
Варіант К4	11,96	0,137	10,48	12,43	3,67
Середнє за сортом	10,86	0,150	9,58	11,56	5,40
Сорт **Корвет**					
Варіант К1	7,95	0,135	7,25	8,75	5,35
Варіант К2	10,04	0,180	9,35	10,72	5,68
Варіант К3	8,64	0,151	7,95	8,88	5,51
Варіант К4	11,09	0,124	10,56	11,63	3,55
Середнє за сортом	9,43	0,147	8,78	9,99	5,02
$НІР_{05,}$ т/га	А=0,31; В=0,28				

тів рису Фагот та Корвет (висота рослин, довжина волоті). Застосування препарату БЛУ™ N сприяє формуванню більшої кількості виповнених зерен у волоті – 89,9 (сорт Корвет) та 82,9 шт. (сорт Фагот), в порівнянні з 67,5–73,8 шт. на варіанті без застосування БЛУ™ N, що в результаті призводить до збільшення показників структури урожайності сортів рису Фагот та Корвет.

Обробка рослин рису оптимізатором ефективності живлення препаратом БЛУ™ N в фазі початку кущення без застосування підживлення карбамідом сприяє формуванню найвищої урожайності зерна обох досліджених сортів – 11,96 т/га у сорту Фагот та 11,09 т/га у сорту Корвет. Застосування препарату сприяє зменшенню флуктуації урожайності зерна за впливу погодних умов року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kyi Moe, Seinn Moh Moh, Aung Zaw Htwe, Yoshinori Kajihara, Takeo Yamakawa Effects of integrated organic and inorganic fertilizers on yield and growth parameters of rice varieties. *Rice Science.* 2019. № 26 (5). P. 309–318. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.08.005.

2. Fei Cheng, Xu Quan, Xu Zhengjin, Chen Wenfu. Effect of rice breeding process on improvement of yield and quality in China. *Rice Science.* 2020. № 27 (5). P. 363–367. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.12.009.

3. Sulaiman Cheabu, Peerapon Moung – Ngam, Siwaret Arikit, Apichart Vanavichit, Chanate Malumpong. Effects of Heat Stress at vegetative and reproductive stages on spikelet fertility. *Rice Science.* 2018. № 25(4). P. 218–226. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.06.005

4. Hao H. L., Wei Y. Z., Yang X. E., Feng Y., Wu C. Y. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice. *Rice Science.* 2007. № 14. P. 289–294. https://doi.org/10.1016/ S1672-6308(08)60007-4

5. Кошова В. М., Мукоїд Р. М., Коберніцька А. О., Поліщук О. В., Кудрявцева Л. Порівняльна характеристика різних сортів рису України. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2017. Vol (13), Iss. 121. С. 38–42.

6. Ткач М.С., Воронюк З.С., Лавриненко Ю.О. Вплив строків сівби та доз добрив на технологічні показники якості зерна сортів рису на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 74. С.75–82. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.13

7. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / Вожегова Р.А. та ін. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.

8. Вожегова Р.А. Теоретичні основи і результати селекції рису в Україні. Херсон: Херсонська міська друкарня, 2010. 346 с.

9. Блу™ N – Захист рослин. *Corteva Agriscience*. URL: https://www.corteva.com.ua/products-and-solutions/crop-protection/blue-n.html (дата звернення: 28.09.2025).

10. Інформаційно-довідкова система "Сорт". URL: http://sort.sops.gov.ua/taxon/view/17 (дата звернення: 28.09.2025).

REFERENCES:

1. Moe, K., Moh Moh, S., Zaw Htwe, A., Kajihara, Y., & Yamakawa, T. (2019). Effects of integrated organic and inorganic fertilizers on yield and growth parameters of rice varieties. *Rice Science,* 26(5), 309–318. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.08.005

2. Cheng, F., Quan, X., Zhengjin, X., & Wenfu, C. (2020). Effect of rice breeding process on improvement of yield and quality in China. *Rice Science*, 27(5), 363–367. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.12.009

3. Cheabu, S., Moung – Ngam, P., Arikit, S., Vanavichit, A., & Malumpong, C. (2018). Effects of Heat Stress at vegetative and reproductive stages on spikelet fertility. *Rice Science,* 25(4), 218–226. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2018.06.005

4. Hao, H. L., Wei, Y. Z., Yang, X. E., Feng, Y., & Wu, C. Y. (2007). Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and

grain quality in rice. *Rice Science,* 14, 289–294. https://doi.org/10.1016/S1672-6308(08)60007-4

5. Koshova, V.M., Mukoid, R.M., Kobernitska, A.O., Polishchuk, O.V., & Kudriavtseva, L. (2017). Porivnialna kharakterystyka riznykh sortiv rysu Ukrainy [Comparative characteristics of different varieties of rice in Ukraine]. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences,* (13)121, 38–42 [in Ukrainian].

6. Tkach, M.S., Voronyuk, Z.S., & Lavrynenko, Y.O. (2020). Vplyv strokiv sivby ta doz dobryv na tekhnolohichni pokaznyky yakosti zerna sortiv rysu na pivdni Ukrainy [The influence of sowing dates and fertilizer doses on technological indicators of grain quality of rice varieties in southern Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo, 74, 75–82*. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.74.13 [in Ukrainian].

7. Vozhehova, R.A. et al. (2014). *Metodyka polovykh i laboratornykh doslidzhen na zroshuvanykh zemliakh [Methodology of field and laboratory research on irrigated lands].* Kherson: Hrin D.S., 286 [in Ukrainian].

8. Vozhehova, R.A. (2010). *Teoretychni osnovy i rezultaty selektsii rysu v Ukraini [Theoretical foundations and results of rice breeding in Ukraine].* Kherson: Khersonska miska drukarnia, 346 [in Ukrainian].

9. Blu™ N – Zakhyst roslyn [Blue™ N – Plant protection]. *Corteva Agriscience*. URL: https://www.corteva.com.ua/products-and-solutions/crop-protection/blue-n.html [in Ukrainian].

10. Informatsiino-dovidkova systema "Sort" [Information and reference system "Sort"]. URL: http://sort.sops.gov.ua/taxon/view/17 [in Ukrainian].

Вожегова Р.А., Марченко Т.Ю., Боровик В.О., Пілярська О.О. Вплив елементів технології на продуктивність сортів рису (*Oryza sativa* L.)

В статті викладено результати досліджень впливу елементів технології на продуктивність сортів рису. **Мета статті –** встановити комплексну реакцію сортів рису на зміну технологічних елементів та розробити регламент проведення агротехнічних заходів вирощування рису (*Oryza sativa* L.) з урахуванням особливостей нових сортів. В досліді вивчався вплив дії препарату БЛУ™ N компанії Corteva Agriscience™ на продуктивність інноваційних сортів рису Корвет та Фагот. **Методи досліджень:** польовий – для визначення врожайності зерна, кількісних, лінійних та біометричних вимірів рослин; спостереження – для визначення фаз росту й розвитку рослин, загального стану посівів та появи шкідливих організмів; лабораторний – визначення структури врожаю, якості зерна; статистичний – для оцінки достовірності даних. **Результати.** Встановлено, що застосування препарату БЛУ™ N сприяло збільшенню висоти рослини сорту Фагот на 4,8…6,2 %. Довжина волоті у сорту Фагот була більшою при застосуванні препарату БЛУ™ N на 0,9…2,1 см порівняно з контролем. Застосування препарату БЛУ™ N призводило до збільшення виповнених зерен у волоті на 13,3…15,5 шт. та збільшенню озерненості. У сорту Корвет застосування препарату БЛУ™ N без комбінації з карбамідом в якості підживлення сприяло формуванню найбільшої кількості виповнених зерен у волоті – 89,9 шт., найменшій пустозерності волоті – 11,1% та найбільшому показнику коефіцієнта кущення – 5,2. Максимальна урожайність зерна рису сорту Фагот за роки досліджень становила 12,43 т/га за використання препарату БЛУ™ N у фазу початку кущення. За цього варіанту досліджень спостерігалась мінімальна флуктуація урожайності (3,67%), що вказує на стабільність прояву урожайності зерна сорту та високої ефективність препарату в напряму підвищення реалізації генотипового потенціалу сорту рису Фагот. Застосування препарату БЛУ™ N в фазу «початок трубкування» також показало високу ефективність, проте в меншій прибавці урожайності. За цього варіанту була підвищена варіація урожайності (V_m = 5,38%), що вказує на меншу стабільність позитивної дії препарату при застосуванні у фазу «початок трубкування» порівняно з фазою «початок кущення». Дослідженням встановлено, що продуктивність рослин рису сорту Корвет була нижчою в середньому за роками на 1,43 т/га, ніж рослин рису сорту Фагот. У рослин цього сорту зберігається аналогічна закономірність – варіанти, на яких застосовувався препарат БЛУ™ N забезпечує отримання врожайності на рівні – 10,04…11,09 т/га, що більше за стандарт на 2,09…3,14 т/га. **Висновки.** Встановлено позитивний вплив препарату БЛУ™ N на біометричні показники сортів рису Фагот та Корвет (висота рослин, довжина волоті). Застосування препарату БЛУ™ N сприяє формуванню більшої кількості виповнених зерен у волоті – 89,9 (сорт Корвет) та 82,9 шт. (сорт Фагот), в порівнянні з 67,5–73,8 шт. на варіанті без застосування БЛУ™ N, що в результаті призводить до збільшення показників структури урожайності сортів рису Фагот та Корвет. Обробка рослин рису оптимізатором ефективності живлення препаратом БЛУ™ N в фазі початку кущення без застосування підживлення карбамідом сприяє формуванню найвищої урожайності зерна обох досліджених сортів – 11,96 т/га у сорту Фагот та 11,09 т/га у сорту Корвет. Застосування препарату сприяє зменшенню флуктуації урожайності зерна за впливу погодних умов року.

Ключові слова: рис, *Oryza sativa* L., сорт, біопродукт, урожайність, біометрія.

Vozhegova R.A., Marchenko T.Yu., Borovyk V.O., Pilyarska O.O. The influence of technology elements on the productivity of rice varieties (*Oryza sativa* L.)

The article presents the results of research into the influence of technology elements on the productivity of rice varieties. **The aim** of the article is to establish a comprehensive response of rice varieties to changes in technological elements and to develop a regulation for carrying out agrotechnical measures for growing rice (Oryza sativa L.) taking into account the characteristics of new varieties. The experiment studied the effect of the action of the drug BLUTM N from Corteva Agriscience™ on the productivity of innovative rice varieties Korvet and Fagot. **Research methods:** field – to determine grain yield, quantitative, linear and biometric measurements of plants; observation – to determine the phases of growth and development of plants, the general condition of crops and the appearance of harmful organisms; laboratory – to determine the structure of the crop, grain quality; statistical – to assess the reliability of the data. **Results.** It was established that the use of the drug BLUTM N contributed to an increase in the height of the Fagot variety plant by 4.8...6.2%. The length of the panicle in the Fagot variety was greater when using the drug BLUTM N by 0.9...2.1 cm compared to the control. The use of the

drug BLUTM N led to an increase in the number of filled grains in the panicle by 13.3…15.5 pcs. and an increase in grain size. In the Korvet variety, the use of the drug BLUTM N without a combination with urea as a top dressing contributed to the formation of the largest number of filled grains in the panicle – 89.9 pcs., the smallest empty grain panicle – 11.1% and the largest tillering coefficient – 5.2. The maximum yield of rice grain of the Fagot variety over the years of research was 12.43 t/ha when using the drug BLUTM N in the early tillering phase. In this variant of the research, minimal yield fluctuations (3.67%) were observed, which indicates the stability of the manifestation of the grain yield of the variety and the high efficiency of the drug in increasing the realization of the genotypic potential of the Fagot rice variety. The use of the drug BLUTM N in the "beginning of tuberization" phase also showed high efficiency, but in a smaller increase in yield. In this variant, the variation in yield was increased (Vm = 5.38%), which indicates a lower stability of the positive effect of the drug when used in the "beginning of tuberization" phase compared to the "beginning of tillering" phase. The study found that the productivity of rice plants of the Korvet variety was lower on average over the years by 1.43 t/ha than that of rice plants of the Fagot variety. Plants of this variety maintain a similar pattern – variants on which the drug BLUTM N was used provide a yield of – 10.04...11.09 t/ha, which is 2.09...3.14 t/ha more than the standard. **Conclusions**. A positive effect of the drug BLUTM N on biometric indicators of rice varieties Fagot and Korvet (plant height, panicle length) was established. The use of the preparation BLUTM N contributes to the formation of a greater number of filled grains in the panicle – 89.9 (variety Corvette) and 82.9 pcs. (variety Fagot), compared to 67.5–73.8 pcs. in the variant without the use of BLUTM N, which as a result leads to an increase in the yield structure indicators of the Fagot and Corvette rice varieties. Treatment of rice plants with the nutrition efficiency optimizer BLUTM N in the early tillering phase without the use of urea fertilization contributes to the formation of the highest grain yield of both studied varieties – 11.96 t/ha in the Fagot variety and 11.09 t/ha in the Corvette variety. The use of the preparation contributes to the reduction of grain yield fluctuations under the influence of weather conditions of the year.

Key words: rice, *Oryza sativa* L., variety, bioproduct, yield, biometrics.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.10.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.559:633.34
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.7

НАУКОВЕ АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ УЛЬТРАРАННІХ СОРТІВ КЛАСИЧНОЇ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ДАНИЛЬЧЕНКО О.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1251-4044
Сумський національний аграрний університет
КРИВЦОВ М.С. – аспірант
orcid.org/0009-0006-4752-6132
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя є культурою яка чутлива до тривалості світлового дня, особливості росту й розвитку сої значною мірою залежать від фотоперіодичних умов в регіоні. Кожен сорт класичної сої має власний діапазон використання – він визначається здатністю формувати сталі врожаї за різноманітних кліматичних умов. Зазвичай сорти класичної сої з більш довгим періодом вегетації показують більш ширші можливості адаптації – це відкриває змогу до успішного вирощування їх в різних географічно диференційованих місцях, як наприклад в умовах Північно-Східного Лісостепу України [1, 2].

Доцільно брати до уваги, що саме тривалість періоду вегетації є одним з ключових параметрів під час добору різних сортів під конкретну природно-кліматичну зону. Невідповідність тривалості розвитку умовам середовища, таким як наприклад умови в Північно-Східному лісостепу можуть призвести до недобору врожаю чи наприклад невдалого завершення повного циклу росту рослин сої. Для зменшення ймовірних ризиків в агровиробництві аграрним підприємствам потрібно застосовувати в посівну структуру кілька сортів різних груп стиглості й з різними морфотипами. Ці агротехнічні прийоми забезпечують більшу стабільність показників врожаю, бо різні за тривалістю вегетації сорти по-різному реагують на погодні умови [1, 3].

Крім вибору оптимальних сортів, значний вплив на продуктивність сої мають особливості густоти посівів, це один з головних агротехнічних прийомів. Саме завдяки цілеспрямованій оптимізації агротехнічних параметрів – густота стояння рослин сої, системи удобрення, способів обробітку ґрунту перед посівом – такими прийомами можна підсилити розвиток рослин й забезпечити формування високих врожаїв [3, 4].

Впродовж всього онтогенезу кожна рослина класичної сої проходить низку етапів структурних змін: змінюється довжина міжвузлів, форми й колір пластинок листя на різних ярусах, коливається будова пагонів бічних й будови кореневої системи. Дані морфологічні характеристики є індикаторами як стану рослин, так й локальних умов, в яких соя розвивається, й можуть слугувати важливим критерієм оцінки дієвості застосованих агротехнологічних заходів [4, 11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При огляді сучасних досліджень й наукових публікацій в області вирощування сої класичних сортів в локальних умовах були отримані данні, що свідчать що одним із ключових засобів підвищення врожаїв сої є регуляція густоти посівів й застосування мікродобрив та біопрепаратів. Дані агротехнічні прийоми гарно впливають на розвиток рослин сої й допомагають формувати гарні посіви, особливо в поєднанні з оптимальним підбором ширини міжрядь при посіві сої [4, 5].

Через особливості фізіологічних процесів сої найбільший розвиток листкового апарату, посилення активності фотосинтезу й інтенсивне накопичення органічної маси відбуваються в другій частині вегетаційного періоду – починаючи від фаз цвітіння сої і до формування бобів та їх наливу. Через те, при плануванні технологічних заходів при вирощуванні рослин класичної сої потрібно враховувати сортові й генетичні особливості рослин, для того щоб рослини рівномірно покривали поверхню ґрунту до початку періоду цвітіння.

Ширина міжрядь та густота посівів також визначаються біологічними й генетичними характеристиками сорту, а саме здатністю до гілкування й показником стійкості до вилягання. Сорти, що мають гарний показник гілкування, добре ростуть за меншої густоти посівів, а от стійкі до вилягання рослини класичної сої краще проявляють себе при більш щільному посіві. Раціональна площа живлення однієї рослини визначається її групою стиглості: для середньоранніх сортів ці показники становлять орієнтовно 250 см², для середньостиглих – близько 300 см², а для пізньостиглих він зростає до показників приблизно 370 см² [7, 10].

Сильне загущення посівів спричиняє більш високу конкуренцію між рослинами сої за живлення й вологу, а от доволі зріджені посіви підвищують ризик розповсюдження небажаних рослин – бур'янів. Рослини сої намагаються компенсувати незайняту площу гілкуванням, проте в бобових культур ця здатність доволі обмежена, тому збільшення гілкування не завжди може повністю компенсувати втрати врожаю через недобір густоти посівів [8, 9].

Мета. Метою роботи є аналітика отриманих показників за для виявлення закономірностей й розуміння залежностей в розвитку класичних уль-

траранніх сортів класичної сої при вирощуванні за різних варіантів густоти посівів та різних підживлень добривами й огляд отриманих показників врожайності й характеристик структури врожаю

Матеріали та методика досліджень. Технологічні елементи вирощування культури застосовували відповідно до рекомендацій, розроблених для умов Північно-Східного Лісостепу України [12]. Біометричні спостереження за рослинами включали визначення основних морфометричних показників кошика – його діаметра, продуктивної площі, а також кількості виповненого насіння. Оцінювання зазначених параметрів проводили згідно з усталеними та загальноприйнятими методиками, що використовуються в агрономічних дослідженнях. Отримані у ході польового досліду експериментальні дані піддавали статистичному аналізу з використанням методів математичної обробки результатів, що забезпечує достовірність висновків та дозволяє об'єктивно оцінити вплив досліджуваних факторів [11, 12].

Дослідження сортів культури сої проводилися згідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій, доцільно адаптованих до кліматичних умов Північно-Східного Лісостепу України. В ході проведених експериментів вивчали й проводили аналітику впливів різної густоти стояння рослин сої на сформування біометричних показників і елементів продуктивності рослин та рівню врожайності сортів сої Сандра та Анастасія. Польові дослідження здійснювали на дослідних ділянках, закладених за схемою досліду з трьома варіантами густоти посіву – 340, 450 та 600 тис. рослин/га. Для повного забезпечення рівномірності розміщення посівів використовували сівалки точного висіву, які дозволили дотримуватися заданих норм висіву й оптимальної глибини загортання насіння [10, 9].

Ґрунт даного дослідного поля характеризується як типовий чорнозем із середнім вмістом гумусу – це забезпечувало доволі сприятливі умови для росту та розвитку рослин сої. Перед сівбою сої проводили комплекс підготовчих робіт, який включав ранньовесняне боронування, передпосівну культивацію й післяпосівне коткування. Насіння сої перед висівом інокулювали препаратами на основі активних штамів ризобіальних бактерій для підсилення процесів азотфіксації та стимуляції початкового росту рослин. Удобрення здійснювали відповідно до рекомендацій з урахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення – це були фосфорно-калійні добрива для подальшої активізації формування бульбочкових бактерій на коренях рослин [8,12].

В процесі росту рослин сої проводили систематичні спостереження за розвитком культури. Вимірювання біометрики рослин сої включали в себе запис показників висоти рослин та кількості міжвузлів на рослині, кількості бобів на одній рослині, кількості насінин в бобі, маси насіння з рослини сої й маси 1000 насінин. Крім цього, фіксували стан листкового апарату, інтенсивність цвітіння, формування генеративних органів та тривалість фаз онтогенетичних. Також було відмічено особливості прояву адаптивних реакцій рослин сої на зміни показників густоти стояння рослин – це дозволило встановити оптимальні показники посіву для кожного сорту [6, 7].

Збирання врожаю сої проводили в фазі повної стиглості рослин комбайновим методом з наступним зважуванням та перерахунком врожайності сої на стандартну вологість. Отримані результати досліджень обробляли методами математичної статистики, визначаючи середні значення, похибки й достовірність відмінностей між варіантами. Такий підхід забезпечував високу точність оцінки впливу густоти посіву на врожайність та дозволяв сформувати об'єктивні висновки щодо оптимальних параметрів технології вирощування сої у Північно-Східному Лісостепу України [7, 9].

Сорт сої «Сандра» – внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2014 році й рекомендований для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах. Здатний формувати потенційно високі врожаї – до 4,0 т/га, зберігаючи стабільність продуктивності за різних умов вирощування рослин сої. Основною перевагою є висока стійкість до вилягання й осипання, а також значна кількість бобів з чотирма насінинами.

Сорт належить до ранньостиглих, з вегетаційним періодом 92–102 днів. Від появи сходів до цвітіння проходить 30-32 дні, саме цвітіння триває близько 30 днів, а повне визрівання настає через 33 дні. Потрібна сума активних температур становить 2225 °С – це дозволяє ефективно вирощувати сорт в регіонах зі змінними умовами вологості й температур.

Морфологічні особливості сорту Сандра. Рослини мають індетермінантний тип росту й напівстиснуту форму куща, що забезпечує добру стійкість до вилягання. Висота становить 80–120 см, на стеблі формується 10–15 вузлів, а висота прикріплення нижнього бобу – 12–15 см. Листки ланцетні, квітки білі, насіння жовте. Сорт стійкий до основних хвороб і шкідників, а також добре переносить стресові умови.

Характеристика зерна: маса 1000 насінин – понад 160 г, вирівняність – 95%, вміст білка 39–41%, олії – 19–23%. [6, 12].

Сорт сої «Анастасія» – відзначається високою пластичністю й універсальністю в вирощуванні, що дає змогу отримувати стабільні врожаї практично в усіх природно-кліматичних зонах України. Сорт здатний формувати врожайність до 3,0–4,0 т/га, що робить його одним з найбільш продуктивних серед ранньостиглих сортів. Характерною особливістю є підвищена кількість бобів на рослині й значний відсоток бобів із чотирма насінинами, що прямо впливає на загальний потенціал урожайності.

Сорт має доволі ранній вегетаційний період – 86–95 днів, що дозволяє уникати пізніх літніх стресів рослин. Період від появи сходів до цвітіння триває близько 30 днів, саме цвітіння – 23 дні, а достигання настає через 40 днів після завершення цвітіння. Необхідна сума активних температур становить 2119 °С, що забезпечує стабільний розвиток навіть у прохолодніші роки.

Морфологічні особливості сорту. Рослини Анастасії мають індетермінантний тип росту та компактну форму куща, що сприяє стійкості до вилягання.

Висота рослин становить 80–130 см, на стеблі формується 10–15 вузлів, а висота прикріплення нижнього бобу – 13–17 см, що полегшує механізований обмолот. Листки ланцетні, квітки фіолетові, насіння жовте. Сорт характеризується високою стійкістю до хвороб та стресових умов.

Характеристика зерна: маса 1000 насінин – 150–160 г, вирівняність – до 95%, вміст білка 40–42%, олії – 18–20%.

Рекомендації щодо посіву: норма висіву – 700–800 тис. схожих насінин/га, ширина міжрядь – 45 см, глибина загортання – 3–6 см. [6, 8, 12]

Результати. Виживаність рослин сої до періоду збирання врожаю є одним із базових характеристик, що прямо впливає на кінцеву продуктивність посівів сої. Кількість рослин, що можуть пройти повний цикл розвитку рослини і успішно адаптуватися до зовнішніх умов (що бувають не зовсім сприятливими), визначає потенціали сформування врожаїв на одиницю площі.

Кожна рослина сої є окремою одиницею, зменшення кількості цих одиниць під впливом стресових чинників автоматично призводить до втрати частки можливого потенційного врожаю, яку інші рослини сої, навіть за доволі сприятливих умов, не завжди можуть компенсувати гілкуванням.

На рівень виживаності сої доволі суттєво впливають генетичні особливості підібраних сортів, толерантність сорту до абіотичних умов та біотичних факторів (хвороби та шкідники).

Також важливою є початкова густота стояння, від неї залежить конкуренція листкової поверхні за світло, вологу і елементи живлення та також здатність рослин повноцінно формувати листкову поверхню і кореневу систему рослин.

Проведений аналіз динаміки густоти посівів упродовж вегетації показав закономірне зниження кількості рослин впродовж основних періодів вегетації (табл. 1). Зменшення густоти рослин класичної сої пов'язане з природним відбором в несприятливих умовах і з особливостями росту рослин в залежності від умов в певній густоті посіву.

Дані тенденції узгоджуються з результатами багатьох наукових праць, вони підтверджують – оптимальна виживаність рослин є важливою передумовою формування високих показників врожаю сої класичних сортів.

Аналітика наведених показників виживання рослин сої, що були наведені з наукових установ свідчать, що виживаність рослин сої протягом вегетаційного періоду 2024 року безпосередньо залежать від початкової густоти посіву сої й сортових особливостей. Згідно з поданою таблицею, в сортах Сандра і Анастасія простежується закономірність – з збільшенням норми висіву від 340 до 600 тис. насінин/га рівень виживання рослин сої поступово знижується.

Сорт Сандра на початкових етапах (в нас подані характеристики фази сходів) максимальну виживаність зафіксовано за мінімальної густоти посіву в 340 тис. нас./га – 98,4 %. Подальше зростання норм висіву сої до 450 та 600 тис. нас./га супроводжувалося зниженням показника до 96,6 % і 95,5 % відповідно. Аналогічна тенденція зберігається й на момент достигання: за найменшої густоти число живих рослин становило 312,8 шт./м², а от за максимальної – 524,3 шт./м², проте виживання зменшилось до 91,5 відсотків.

Схожий результат отримано й для сорту Анастасія. За густоти в 340 тис. нас./га визначено найвищу виживаність – 97,5 % на етапах сходів та 92,4 % на момент достигання. Збільшення густоти до 450 та 600 тис. нас./га супроводжувалося поступовим зниженням показнику виживання рослин як у фазу сходів (95,0–94,5 %), так й наприкінці вегетації (91,0–90,5 %).

Дані таблиці демонструють чітку закономірність: згущення посівів призводить до інтенсивнішої конкуренції між рослинами сої за ресурси вологи, світла і елементів живлення, що спричиняє зниження їхньої життєздатності.

Нижча густота забезпечує сприятливіші умови для формування потужної кореневої системи та листкового апарату, що позитивно позначається на виживаності окремих рослин.

Структура врожаю класичної сої й індивідуальна продуктивність рослин продемонстрована в (табл. 2) й демонструє показники структури врожаю класичних сортів сої Сандра і Анастасія.

Аналіз поданих даних свідчить про те що густота посіву сої доволі сильно впливає на елементи продуктивності рослин сої й кінцеву врожайність.

В сорту класичної сої Сандра за норми висіву 340 тис. шт./га формувалося у середньому 25,6 насінини на рослину при середній масі насіння з рослини отримали в середньому 6,35 г та масу 1000 насінин 156,5 г – це забезпечило врожайність 2,25 т/га. З підвищенням густоти до 450 тис. шт./га збільшувалася кількість насінин на

Таблиця 1 – Густота стояння рослин класичної сої в залежності від норми висіву та сорту

Густота посіву, тис. шт./га	Сходи, шт./м2	Виживання, %	Достигання, шт./м2	Виживання, %
Сорт Сандра				
340	334,6	98,4	312,8	93,5
450	434,7	96,6	399,9	92
600	573,0	95,5	524,3	91,5
Сорт Анастасія				
340	331,5	97,5	306,3	92,4
450	427,5	95	389,0	91
600	567	94,5	513,1	90,5

Таблиця 2 – Структура врожаю сої в залежності від густоти посівів та середня врожайність

Густота посіву, тис. шт./га	Кількість насінин на рослині	Маса насіння з рослини	Маса 1000 насінин, г	Середня врожайність, т/га
Сорт Сандра				
340	25,6	6,35	156,5	2,25
450	26,5	6,2	154,5	2,65
600	24,5	5,8	152,4	2,36
Сорт Анастасія				
340	23,5	6,2	150	2,14
450	24,7	6,05	148,5	2,45
600	23,7	5,4	147	2,15

рослині (26,5 шт.), але маса 1000 насінин трохи зменшувалася. Але, середня врожайність досягла максимального показника – 2,65 т/га – це свідчить про оптимальне співвідношення між кількістю рослин на посівній площі й їх індивідуальною продуктивністю. Загущення сої сорту Сандра до 600 тис. шт./га спричинило зниження показників: кількість насінин зменшилася до 24,5 шт., маса насіння з рослини – до 5,8 г, а врожайність знизилася до 2,36 т/га, що пояснюється посиленням внутрішньовидової конкуренції.

Схожа тенденція спостерігається також і в сорту Анастасія. За густоти посіву в 340 тис. шт./га рослини формували 23,5 насінини та 6,2 г насіння з рослини, що забезпечило врожайність 2,14 т/га.

Оптимальним виявилося висівання 450 тис. нас./га: кількість насінин на рослині зросла до 24,7 шт., маса насіння з рослини становила 6,05 г, а врожайність – 2,45 т/га, що є найвищим показником для цього сорту. Загущення до 600 тис. шт./га знову негативно позначилося на продуктивності: маса насіння з рослини зменшилася до 5,4 г, а врожайність впала до 2,15 т/га.

Зведений аналіз таблиці дає змогу стверджувати – найкращі результати для обох сортів отримано за норми висіву в 450 тис. шт./га, де поєднані найсприятливіші показники структури врожаю й максимальна врожайність. Це підтверджує важливість оптимального регулювання густоти стояння рослин для забезпечення максимальної реалізації біологічного потенціалу кожного сорту.

Висновки. Дослідження продемонстрували залежності від густоти посівів, що суттєво впливають на формування продуктивних елементів сої й кінцеву врожайність. Обидва сорти – Сандра і Анастасія – продемонстрували найвищі показники продуктивності при нормі висіву в 450 тис. шт./га – це свідчить про доцільність використання саме цієї густоти посіву в умовах досліду.

Для сорту Сандра оптимальна густота 450 тис. шт./га забезпечила максимальну кількість насінин на рослині та високу масу насіння, що в комплексі сприяло формуванню врожайності 2,65 т/га. Зменшення врожайності спостерігалося за нижчої густоти (340 тис. шт./га) через недостатню кількість рослин на одиницю площі та за більшої густоти (600 тис. шт./га) через посилення внутрішньовидової конкуренції.

Схожа тенденція спостерігалася для сорту Анастасія, де максимальна врожайність – 2,45 т/га – також досягалася за густоти 450 тис. шт./га. Менша або більша густота сприяла зниженню продуктивності через відповідно недостачу рослин на площі або надмірну конкуренцію між ними.

Порівняльний аналіз двох наведених сортів продемонстрував, що, незважаючи на загальні подібності реакції на густоту посіву, окремі морфологічні й біологічні особливості зумовлюють певні відмінності в формуванні сталої врожайності. Сорт Сандра, маючи дещо більшу масу 1000 насінин та вищі показники насіннєвої продуктивності, демонструє кращу реакцію на помірну загущеність посівів, однак негативно реагує на надмірну конкуренцію за світло і поживні речовини. Сорт Анастасія, навпаки, більш стабільно формує кількість насінин на рослинах, але його потенціал погіршується за умов надмірної щільності посівів, що призводить до зменшення показників маси насіння і загального показника врожайності.

Результати дослідження свідчать, про те що доцільна густота стояння рослин є одним із ключових технологічних факторів, який впливає як на структуру врожаю, так і на використання вегетаційного потенціалу сортів. В випадку надто низької густоти посівів рослини формують більшу біомасу й більш крупні боби, проте загальна кількість генеративних органів на одиницю площі є недостатньою для досягнення високого рівня врожайності. Натомість надмірна густота спричиняє затінення, зменшення асиміляційної поверхні та загальмований розвиток генеративних органів, що негативно відбивається на величині врожаю.

Варто підкреслити, що важливим аспектом при виборі густоти є поєднання технологічних факторів із біологічними особливостями конкретного сорту. Сорти з індетермінантним типом росту, до яких належать Сандра і Анастасія, значною мірою залежать від доступності світла у верхньому ярусі, тому надмірне загущення призводить до небажаного витягування рослин та зниження продуктивності. Отримані результати підтверджують важливість адаптації прийомів вирощування до морфоструктурних особливостей сорту – це дозволяє максимально використати генетичний потенціал культури.

Таким чином, норма висіву в 450 тис. шт./га є найбільш ефективною для обох сортів, оскільки

забезпечує оптимальне співвідношення між кількістю рослин, їх індивідуальною продуктивністю та кінцевою врожайністю. Отримана аналітика результатів може бути використана в практичних виробничих умовах для покращення засобів для ефективного вирощування сортів класичної сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурман О. В. Густота стояння рослин сої та їх виживаність залежно від строків сівби та сорту. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 85–89.
2. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої залежно від позакореневих підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 14. С. 88–95.
3. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.
4. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Молодий вчений*. 2015. № 6 (1). С. 52–54.
5. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 45–50.
6. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 15–21.
7. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 74–78.
8. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2013. № 11. С. 97–101.
9. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 43–47.
10. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2016. С.
11. Нагорний В. І. Врожайність і агроекологічна адаптивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2009. С. 153–159.
12. Мельник А. В. та ін. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Т. 113, № 4. С. 85–91.

REFERENCES:

1. Furman O. V. (2017), Hustota stoiannia roslyn soi ta yikh vyzhyvanist zalezhno vid strokiv sivby ta sortu [Density of soybean plant stand and their survival depending on sowing dates and variety], Kormy i kormovyrobnytstvo, Vyp. 83, S. 85–89 [in Ukrainian].
2. Zabarna T. A. (2019), Dynamika hustoty stoiannia ta vyzhyvanist soi zalezhno vid pozakorenevykh pidzhyvlen v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Dynamics of soybean stand density and survival depending on foliar fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe], Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zb. nauk. pr. VNAU, № 14, S. 88–95 [in Ukrainian].
3. Kaminskyi V. F., Mosondz N. P. (2010), Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia na urozhainist soi v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of cultivation technology elements on soybean yield in the Northern Forest-Steppe of Ukraine], Kormy i kormovyrobnytstvo, Vyp. 66, S. 91–95 [in Ukrainian].
4. Milenko O. H. (2015), Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na vrozhainist soi [Influence of agroecological factors on soybean yield], Molodyi vchenyi, № 6 (1), S. 52–54 [in Ukrainian].
5. Kaminskyi V. F., Mosondz N. P. (2010), Formuvannia produktyvnosti soi zalezhno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the Northern Forest-Steppe of Ukraine], Kormy i kormovyrobnytstvo, Vyp. 67, S. 45–50 [in Ukrainian].
6. Shevnikov M. Ya., Milenko O. H., Lotysh I. I. (2018), Urozhainist sortiv soi zalezhno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia [Yield of soybean varieties depending on elements of cultivation technology], Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, № 3, S. 15–21 [in Ukrainian].
7. Kalenska S. M., Novytska N. V., Andriiets D. V. (2011), Produktyvnist yak intehralnyi pokaznyk zastosuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia soi na chornozemakh typovykh [Productivity as an integral indicator of the application of technological methods of soybean cultivation on typical chernozems], Kormy i kormovyrobnytstvo, Vyp. 69, S. 74–78 [in Ukrainian].
8. Kudlai I. M., Osypchuk A. M., Osypchuk O. S. (2013), Urozhainist i yakist zerna soi zalezhno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia [Yield and quality of soybean grain depending on cultivation technology], Ahrobiolohiia, № 11, S. 97–101 [in Ukrainian].
9. Novytska N. V., Dzhemesiuk O. V. (2017), Formuvannia urozhainosti soi pid vplyvom inokuliatsii ta pidzhyvlennia [Formation of soybean yield under the influence of inoculation and fertilization], Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii, № 1–2, S. 43–47 [in Ukrainian].
10. Ohurtsov Ye. M., Mikhieiev V. H. (2016), Adaptyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia soi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine], Ahroekolohichnyi zhurnal, S. [in Ukrainian].
11. Nahornyi V. I. (2009), Vrozhainist i ahroekolohichna adaptyvnist sortiv soi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Yield and agroecological adaptability of soybean varieties in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine], Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu, S. 153–159 [in Ukrainian].
12. Melnyk A. V. ta in. (2020), Adaptyvnyi potentsial ta stresostiikist suchasnykh sortiv soi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties], Tavriiskyi naukovyi visnyk, T. 113, № 4, S. 85–91 [in Ukrainian].

Данильченко О.М. Кривцов М.С. Наукове агроекологічне обґрунтування окремих елементів технології вирощування ультра ранніх сортів класичної сої в умовах північно-східного лісостепу України

Мета. У статті узагальнено результати досліджень 2023–2024 років, спрямованих на оцінку впливу елементів технології вирощування на ріст сої, розвиток, продуктивність та показники якості врожаю класичних сортів сої. Особливу увагу зосереджено на визначенні оптимальної густоти посіву для підвищення реалізації сортового потенціалу.

Методи. У роботі використано аналітичний та експериментальний підхід, що включав вивчення реакції сортів на різні рівні густоти посівів, морфологічні показники рослин, елементи продуктивності та врожайність. Оцінювання здійснювали шляхом порівняння фізіолого-біологічних властивостей сортів, їх здатності до гілкування, тривалості вегетаційного періоду та адаптивності до умов вирощування.

Результати. Аналіз показав, що формування врожаю класичної сої має багатофакторний характер і значною мірою залежить від взаємодії сортових особливостей із технологічними параметрами, зокрема густотою посіву. Ранньостиглі сорти потребують вищої густоти стояння через обмежену здатність до гілкування, тоді як середньо- та пізньостиглі сорти краще реалізують продуктивність у менш загущених посівах. Продемонстровано, що оптимальна густота створює сприятливі умови для фотосинтетичної діяльності, формування генеративних органів та збалансованого росту рослин.

Висновки. Встановлено, що густота посіву істотно впливає на формування продуктивних елементів і кінцеву врожайність досліджуваних сортів сої. Для сортів Сандра та Анастасія найвищі показники продуктивності отримано при використанні густоти в 450 тис. рослин/га, що забезпечило оптимальне співвідношення кількості рослин на площі та їх індивідуальної продуктивності. Підвищення або зниження густоти порівняно з оптимальною нормою призводило до зменшення урожайності через відповідно нестачу генеративних органів або надмірну внутрішньовидову конкуренцію.

Отримані дані підтверджують важливість адаптації технології вирощування до сортових особливостей, зокрема індетермінантного типу росту обох сортів, які потребують достатнього освітлення верхнього ярусу. Результати проведеного дослідження можуть бути застосовані для оптимізації виробничих технологій, підвищення ефективності вирощування та більш повної реалізації генетичного потенціалу сортів класичної сої.

Ключові слова: соя; сорт; ріст; розвиток; урожайність; агроекологія; технологія вирощування; ультра ранні сорти; Лісостеп України.

Danylchenko O.M., Kryvtsov M.S. Scientific agroecological justification of certain elements of the cultivation technology for ultra-early classical soybean varieties under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. The article summarizes the results of research conducted in 2023–2024 aimed at evaluating the influence of cultivation technology elements on the growth, development, productivity, and quality indicators of classic soybean varieties. Particular attention was paid to determining the optimal seeding density to enhance the realization of varietal potential.

Methods. The study employed analytical and experimental approaches, including examination of varietal responses to different seeding densities, morphological plant traits, productivity components, and yield. Evaluation was carried out by comparing the physiological and biological characteristics of varieties, their branching ability, duration of the growing season, and adaptability to cultivation conditions.

Results. The analysis showed that yield formation in classic soybeans is multifactorial and largely depends on the interaction of varietal characteristics with technological parameters, particularly seeding density. Early-maturing varieties require higher plant density due to limited branching capacity, whereas medium- and late-maturing varieties realize better productivity in less dense stands. It was demonstrated that optimal density creates favorable conditions for photosynthetic activity, formation of generative organs, and balanced plant growth.

Findings. It was established that seeding density significantly affects the formation of productive elements and the final yield of the studied soybean varieties. For the Sandra and Anastasia varieties, the highest productivity was achieved at a density of 450,000 plants/ha, providing an optimal balance between plant number per area and individual plant performance. Increasing or decreasing the density relative to the optimal rate led to reduced yield due to either insufficient generative organs or excessive intraspecific competition.

The obtained data confirm the importance of adapting cultivation technology to varietal traits, particularly the indeterminate growth type of both varieties, which requires sufficient light penetration to the upper canopy. The results of this study can be applied to optimize production technologies, improve cultivation efficiency, and more fully realize the genetic potential of classic soybean varieties.

Key words: soybean; variety; growth; development; yield; agroecology; cultivation technology; ultra-early varieties; Forest-Steppe of Ukraine.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.63:631.53.04:631.5
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.8

АГРОБІОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ГЛИБИНИ ПОСІВУ НА ДРУЖНІСТЬ СХОДІВ І СТРУКТУРУ ВРОЖАЮ ЦУКРОВОГО БУРЯКА

КИСЕЛЬОВ Д.О. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0005-6771-8337
ПП «Західний Буг»
БЛЯТНИК Т.С.
orcid.org/0009-0001-1712-3117
ПП «Західний Буг»
НІНУА О.В.
orcid.org/0009-0009-2036-9255
ТОВ «ТАС Агро»
КАЛЕНСЬКА С.М. – доктор сільськогосподарських наук,
академік Національної академії аграрних наук України
orcid.org/0000-0002-3392-837X
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Міністерства освіти і науки України

Постановка проблеми. У технології вирощування цукрового буряка *(Beta vulgaris* L.) одним із базових керованих чинників є оптимальна глибина сівби насіння. Вона визначає параметри мікросередовища зародка та проростка і, відповідно, впливає на швидкість проростання (дружність та синхронність сходів) й темпи початкового росту, що у підсумку відображається на структурі врожаю (кількість, розмір й вага коренеплодів, вихід цукру). З огляду на кліматичні тренди та зростання вимог до ресурсної ефективності, постає потреба систематизовано викласти механізми, через які глибина сівби модулює процеси розвитку рослин й формування продуктивності посіву.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основою керованості процесу є якість посівного ложа. Показано, що смуговий обробіток (strip-tillage) підвищує температуру в зоні насіння, поліпшує фізичні властивості ґрунту (менше ущільнення, краща агрегатна структура) та створює сприятливі умови для старту проростка [13]. Це означає, що глибина сівби не може визначатися ізольовано – вона має враховувати фонові параметри ложа (температуру, вологість, аерацію, механічну опірність), які суттєво змінюються залежно від системи обробітку.

Ключовим чинником дружніх сходів є контакт насіння з ґрунтом: саме він визначає динаміку водопоглинання та ініціацію метаболічних процесів проростання. Недостатня глибина збільшує ризик пересихання та перегріву верхнього шару; надмірна – погіршує аерацію та може знижувати швидкість проростання [4]. Отже, підготовка ложа та належне загортання виступають проміжною ланкою між агротехнічним параметром (глибина) і дружністю сходів.

Ефект глибини сівби реалізується на тлі власної енергії проростання насіння. Екологічні та материнські ефекти формують варіабельність проросткових ознак: за зниженої життєздатності насіння навіть «правильна» глибина не гарантує високої дружності [15]. Тому оцінка і добір насіннєвого матеріалу є необхідною умовою коректного налаштування глибини.

Системи мінімального та консерваційного обробітку змінюють структуру, вологість і тепловий режим верхнього шару, тим самим модулюючи оптимум глибини для конкретного поля і сезону [5]. За strip-till, де верхній прошарок тепліший і краще структурований, доцільнішою буде менша глибина загортання, яка при цьому не спричинить втрат дружності; за традиційної оранки, навпаки, дещо більша глибина знижує ризик пересихання в умовах весняної мінливості [1, 9].

Структура врожаю – розподіл коренеплодів за масою, густота стояння, вихід цукру – чутлива до синхронності появи сходів. За неоднорідної глибини або неналежного загортання зростає асинхронність сходів, посилюється конкуренція між рослинами, а варіабельність розміру коренеплодів і вмісту цукру збільшується [22]. Доведено також, що технологічний варіант обробітку може посилювати або послаблювати вплив глибини на продуктивність [9], а взаємодія з азотним живленням визначає кінцеві параметри врожайності та якості [1].

Сценарії зміни клімату ймовірно змінюватимуть «вікна» оптимального здійснення посіву, зокрема гідро-термічні умови верхнього шару, що прямо впливає на вибір глибини. Імітаційні підходи демонструють вагомість ранніх структурних зрушень у посіві для подальшої продуктивності, що підсилює тезу про неізольованість параметра глибини від кліматичних та агротехнічних умов [12].

Практики праймінгу насіння підвищують швидкість і рівномірність проростання за стресових температур, що дає змогу гнучкіше варіювати глибину без втрати дружності [6, 11]. Таким чином, глибина сівби функціонує як ланка зв'язку між фізикою посівного ложа та фізіологією насіння і її оптимум має визначатися в комплексі з насіннєвими та ґрунтовими параметрами.

За коротких ротацій (часті попередники з великою масою решток або потенційним ущільненням) верхній шар 0–5 см характеризується підвищеною варіабельністю волого-теплового режиму. Емпіричні дані свідчать, що за strip-till доцільно зменшувати глибину на ~0,5–1,0 см порівняно з оранкою – кращий прогрів і стабільніше зволоження дозволяють зберегти дружність сходів; натомість у пухкому, але швидковисихаючому поверхневому шарі після глибокого основного обробітку раціонально поглиблювати загортання [14]. Таке адаптивне налаштування частково нівелює негативний ефект інтенсифікації ротацій на однорідність посіву.

Навіть ±1 см відхилення від оптимуму може розтягувати появу сходів на 3–4 дні, сповільнюючи змикання рядків і знижуючи конкурентоздатність у ранніх фазах [22]. Це транслюється у більшу дисперсію мас коренеплодів і частку недорозвинених рослин [23]. За прохолодної весни надмірна глибина асоціюється з нижчою енергією проростання і диспропорційною структурою врожаю [7]. А от однорідні сходи позитивно корелюють із вмістом сахарози та часткою товарних коренеплодів [8, 16].

Оптимізація глибини в поєднанні зі смуговим або прямим висівом сприяє зменшенню витрат пального та GHG-викидів без шкоди для продуктивності, що є критично важливим у високонавантажених коротких ротаціях [20].

Диференційований контроль глибини в межах поля на основі карт щільності/вологи та сенсорів посівних аґрегатів – реальний інструмент підвищення індексу дружності сходів (EFI) і зниження внутрішньопольової варіабельності [2]. Агрономічні настанови й узагальнення для різних систем (включно з принципами налаштувань сівби) подані у сучасних керівництвах, що підкреслює системний характер параметра глибини в структурі прийняття рішень [17].

Мета. Метою дослідження було кількісно оцінити вплив різної глибини загортання насіння цукрового буряка на параметри початкового розвитку рослин, динаміку появи сходів та формування врожайності, а також визначити оптимальний діапазон загортання для конкретних гідротермічних умов Західного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проведено у 2025 році на виробничо-дослідному полі підрозділу Шимківці ТОВ «Західний Буг», Бродівський район, Львівської області (49°97′ N, 25°15′ E). Ґрунт – чорнозем опідзолений середньосуглинковий з умістом гумусу 3,4 %, pH (KCl) 6,7, забезпеченістю рухомим фосфором – 58 мг P_2O_5/кг, калієм – 112 мг K_2O/кг. Середньорічна кількість опадів у зоні – 640 мм, середньодобова температура в період вегетації (квітень–жовтень) – 17,1 °C. Весна 2025 року характеризувалася підвищеною кількістю вологи в першій декаді квітня (до 28 мм опадів) і нижчою середньодобовою температурою ґрунту (+8…+10 °C) під час сівби, що зумовило різницю у швидкості проростання між варіантами глибини посіву.

Об'єктом дослідження був цукровий буряк (*Beta vulgaris* L.), гібрид KBC Pioріта.

Дослід однофакторний, закладений за методом випадкових блоків у триразовій повторності (таблиця 1). Площа облікової ділянки – 25 м², повторність – триразова.

Обробіток ґрунту проводили за класичною комбінованою системою, яка передбачала основний обробіток ґрунту агрегатом Horsch Tiger AS на глибину 30–32 см, весняне боронування агрегатом Degelman StrawMaster, передпосівну культивацію агрегатом FARMET Kompaktomat на глибину 2,5–3,5 см. Передпосівна вологість орного шару становила 22,8 %, щільність – 1,25 г/см³, температура ґрунту на глибині 5 см – 10,2 °C. Посів культури здійснювали 17 квітня 2025 року сівалкою Kverneland Monopil 24SE зі швидкістю руху 8 км/год, за норми сівби 120 тис. насінин/га та ширини міжрядь 45 см. Догляд за посівами включав гербіцидні та фунгіцидні обробки відповідно до технологічної карти підприємства. Під час вегетації застосовували стандартну систему захисту культури від бур'янів, шкідників і хвороб, прийняту для умов регіону. Підживлення посівів проводили у фазі 4–6 листків шляхом внесення аміачної селітри в дозі 34 кг N/га.

Обліки проводили через 6, 7, 8, 9, 10 діб після посіву. Польову схожість (%) визначали за формулою (1):

$$P = \frac{Nf}{Ns} \quad (1)$$

де *Nf* – кількість пророслих рослин на площі обліку, *Ns*– кількість висіяного насіння.

Дружність сходів (%) визначали як відношення кількості рослин, що зійшли до 10-го дня, до їх кількості на 15-й день. Додатково оцінювали кількість листків на рослину та висоту проростків за методикою Podlaski & Chomontowski [19].

Після змикання рядків (BBCH 16–18) проводили підрахунок рослин у 4 рядках по 22,2 м. Коефіцієнт рівномірності визначали за відхиленням між середньою та фактичною відстанню між рослинами [19]. Методика обліку врожайності – на площі 10 м² викопували всі коренеплоди. Визначали середню масу коренеплоду, кількість товарних і нетоварних, частку дрібних (менше 300 г) і перерослих (понад 1,2 кг). Зразки відбирали для аналізу вмісту саха-

Таблиця 1 – Схема досліду

Варіант	Глибина сівби, см	Норма сівби, тис. насінин/га	Обробіток ґрунту
1	2,0	120	класичний комбінований
2	3,0	120	класичний комбінований
3	4,0	120	класичний комбінований
4	5,0	120	класичний комбінований

рози, сухої речовини та домішок за поляриметричною методикою ICUMSA [8, 16].

Метеорологічні дані фіксували станцією Davis Vantage Pro2, яка розташована безпосередньо на полі досліду.

Обробку експериментальних даних проводили за допомогою Statistica 13.3 та Microsoft Excel 365. Застосовували дисперсійний аналіз (ANOVA), тест Дункана ($p < 0.05$) та регресійне моделювання для визначення оптимальної глибини сівби.

Кореляційні залежності між глибиною, польовою схожістю, масою коренеплоду та вмістом сахарози обчислювали за методом Пірсона. Коефіцієнт варіації (CV), лінійні кореляції (r) між глибиною сівби, дружністю сходів, масою коренеплоду і вмістом цукру розраховували згідно з методикою Varga et al. [22]. Для аналізу структури врожаю використано мультифакторну регресію, де пояснювальними змінними виступали глибина сівби, температура ґрунту, вологість і густота сходів.

Результати досліджень. У результаті проведених у 2025 році досліджень у Золочівському районі Львівської області встановлено чіткий вплив глибини сівби насіння цукрового буряка (*Beta vulgaris* L.) на швидкість проростання, дружність сходів та густоту стояння рослин. Польові спостереження засвідчили, що за класичної комбінованої системи обробітку ґрунту, середньої вологості орного шару 22–24 % та температури ґрунту 10,2 °C різна глибина сівби істотно змінює хід і динаміку отримання сходів. За зменшення глибини загортання насіння до 1–2 см кількість рослин на 22,2 м рядка становила 113 шт., що відповідало лише 6 % відхилення від заданої густоти 120 тис./га. Зі збільшенням глибини до 2–3 см показник знижувався до 104 рослин, що відповідало 13 % відхилення, тоді як при 3–4 і 4–5 см густота становила 112 рослин (7 % відхилення). Отже, надмірне заглиблення не спричинило істотного зменшення кількості сходів, проте суттєво вплинуло на їх синхронність і швидкість проростання.

Динаміка появи сходів свідчила, що найвищу енергію проростання спостерігали у варіанті з глибиною сівби 1–2 см, де протягом перших шести днів після посіву з'явився 21 % рослин, на сьомий день – 26 %, а на восьмий – 47 %, тобто 94 % сходів сформувалися в оптимальний термін (до 72 год). За сівби на глибину 2–3 см цей показник знизився до 85 %, а за 3–4 см – до 77 %. Найменший рівень дружності зафіксовано у варіанті з глибиною 4–5 см, де лише 60 % насіння проросло у межах оптимального часу, а 40 % сходів з'явилися із запізненням на понад 72 години. Таким чином, подовження періоду сходів зі збільшенням глибини сівби свідчить про зниження енергії проростання, що узгоджується з результатами досліджень Blunk et al. [4] і Podlaski & Chomontowski [18], які встановили, що дефіцит кисню та зменшення теплової енергії в глибших шарах ґрунту істотно сповільнюють розвиток проростка.

Аналіз співвідношення сходів, отриманих у межах оптимального періоду, до загальної кількості виявив параболічну залежність (2) між глибиною сівби та дружністю, описану рівнянням

$$Y = -9.68x^2 + 59.13x + 36.25 \text{ при } R^2 = 0.94. \quad (2)$$

Дослідженнями встановлено, що глибина загортання насіння істотно впливає на ріст, розвиток та формування продуктивності рослин цукрових буряків. У варіантах досліду з глибиною посіву від 2 до 5 см відзначено відмінності за масою коренеплоду, цукристістю та біологічною врожайністю. Середня маса коренеплодів коливалася в межах 550–700 г залежно від глибини посіву. Найбільшу масу (700 г) сформували рослини у варіанті із глибиною 3 см, що свідчить про оптимальні умови для проростання насіння, рівномірність сходів і формування потужного листкового апарату. За мілкішого загортання (2 см) спостерігалося дещо гірше укорінення, а за глибшого (4–5 см) – уповільнення проростання та зниження маси коренеплодів. Цукристість коренеплодів варіювала у межах 15,30–16,70 %, однак найвищий вихід цукру забезпечили саме варіанти з глибиною посіву 2–3 см. Біологічна врожайність на 10.09 у цих варіантах становила відповідно 61,75–66,5 т/га, а вихід цукру – 9,97–10,63 т/га, що

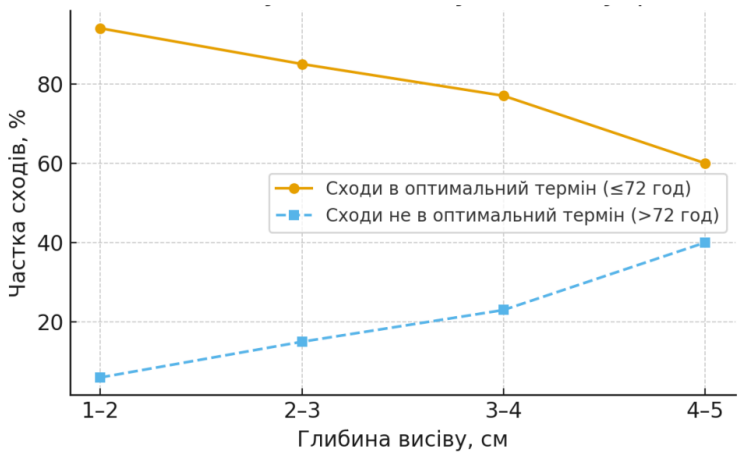

Рис. 1. Вплив глибини посіву на динаміку сходів цукрового буряка

є найвищими показниками серед досліджуваних глибин (рис. 2).

Збільшення глибини сівби до 4–5 см призводило до зниження біологічної врожайності до 52,25–63,65 т/га та зменшення виходу цукру до 8,73–9,74 т/га. Це пояснюється повільнішим проростанням, слабшою дружністю сходів і гіршими умовами аерації у більш глибоких шарах ґрунту.

Отримані результати демонструють закономірний зв'язок між початковою дружністю сходів і подальшим розвитком рослин цукрових буряків. Варіанти з високою дружністю сходів у перші три дні після появи перших рослин (1–2 і 2–3 см) зберегли стабільну тенденцію до формування вирівняних за розмірами коренеплодів. Проте надмірно мілке загортання (1–2 см) призвело до дещо меншої маси коренеплодів унаслідок пересихання верхнього шару ґрунту впродовж вегетації (рис. 3).

Максимальна середня маса коренеплодів (понад 700 г на 10.09) зафіксована за глибин 2–3 і 3–4 см, що узгоджується з попереднім спостереженням про оптимальні умови для рівномірного розвитку рослин у цей діапазон. За глибини 4–5 см відбулося різке зменшення як дружності сходів (до 60 %), так і середньої маси коренеплодів (≈550 г), що свідчить про уповільнення росту та нижчу ефективність фотосинтетичної діяльності посіву.

Отримані результати демонструють закономірний зв'язок між початковою дружністю сходів і подальшим розвитком рослин цукрових буряків. Отже, простежується пряма залежність між дружністю сходів на початку вегетації та продуктивністю рослин у пізніші фази розвитку. Найсприятливішими для формування високого врожаю та рівномірних коренеплодів виявилися умови посіву з глибиною 2–3 см.

Розрахунковий оптимум за цих умов становив 2,4 см, при якому прогнозована дружність досягала 88–90 %. Глибше загортання насіння на понад 3,5 см призводило до різкого зниження показника дружності на 25–35 %, що пояснюється погіршенням фізико-гідротермічного режиму у зоні розміщення насіння. Ці результати узгоджуються з даними Afshar et al [1] та Górski et al. [9], які відзначали негативний вплив глибокого сівби на швидкість проростання за традиційних систем обробітку ґрунту.

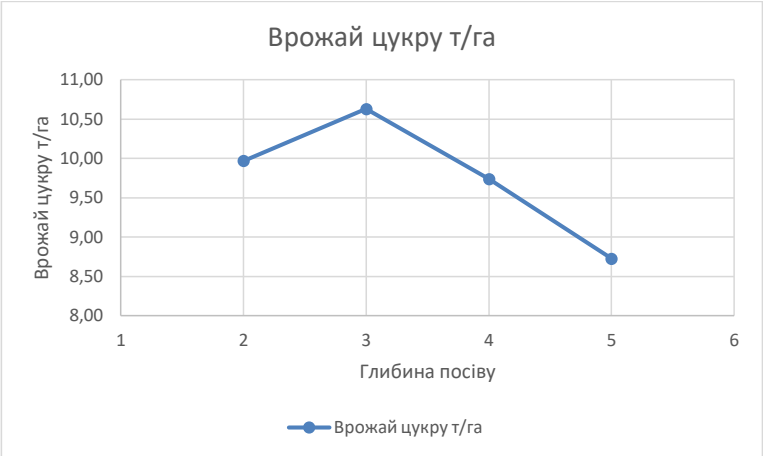

Рис. 2. Вплив глибини посіву на врожайність цукру цукрових буряків

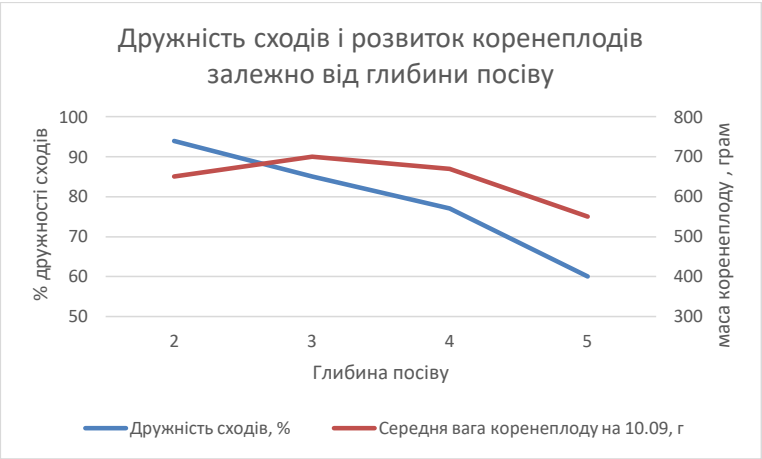

Рис. 3. Залежність дружності сходів та розвитку коренеплодів, від глибини посіву

Додатково встановлено, що збільшення глибини сівби супроводжувалося зростанням частки сходів, отриманих з перевищенням оптимального терміну: за 1–2 см вона становила 6 %, 2–3 см – 15 %, 3–4 см – 23 %, а за 4–5 см – уже 40 %. Затримка появи сходів на понад 72 години свідчила про зниження активності проростків, що зумовлює нерівномірність подальшого розвитку рослин, зокрема їхньої надземної частини й, відповідно, варіацію маси коренеплодів у період формування врожаю. Аналіз кореляції показав значущий позитивний зв'язок між відсотком пізніх сходів та відхиленням від заданої густоти ($r = 0.76$; $p < 0.05$), що вказує на взаємозалежність глибини сівби, фізичних умов посівного ложа й виживання проростків у ранній фазі.

З біологічної точки зору встановлено, що надто мілкий посів (менше 1,5 см) може бути ризикованим за дефіциту вологи через можливе пересихання насіннєвого ложа. Водночас, в умовах достатнього зволоження та помірної температури ґрунту, така глибина забезпечує максимальну швидкість і рівномірність проростання. Натомість надмірно глибоке загортання (4–5 см) призводить до зниження доступу кисню й підвищення механічного опору, що уповільнює вихід проростка на поверхню. За таких умов спостерігалося зниження показника дружності на 34 % порівняно з оптимальним варіантом.

Практичне значення отриманих результатів полягає у тому, що для умов Західного Лісостепу України за класичного комбінованого обробітку ґрунту та середньосуглинкової структурі чорноземів оптимальною є глибина загортання насіння 2–3 см, яка забезпечує швидке проростання 85–90 % насіння в межах 72 годин, мінімальні втрати густоти та синхронність розвитку рослин. Збільшення глибини до 4 см і більше супроводжується подовженням фази появи сходів, зниженням їх дружності, а також підвищенням частки рослин із запізненням росту, що в подальшому зумовлює неоднорідність структури врожаю. Отримані результати підтверджують роль глибини сівби як одного з надчутливих технологічних параметрів, що здатний регулювати швидкість і рівномірність проростання насіння, а отже, формувати основу майбутньої врожайності цукрового буряка.

Отримані експериментальні дані підтверджують, що глибина сівби насіння є одним із ключових агротехнічних чинників, який визначає початкову динаміку росту та розвиток цукрового буряка (*Beta vulgaris* L.) через формування мікроклімату посівного ложа, фізичні умови проростання та швидкість появи сходів. Наші результати показали, що навіть незначне збільшення глибини загортання насіння понад 3 см призводить до зниження дружності сходів на 25–35 % та подовження терміну їх появи на 1–2 доби. Такий ефект узгоджується з численними дослідженнями, у яких глибину сівби розглядають як критичний параметр, що регулює баланс між вологою, температурою й аерацією у верхньому шарі ґрунту [4, 5, 12].

Зокрема, Licht і Al-Kaisi [13] вказують, що за системи strip-till посівне ложе має вищу температуру та меншу щільність, що сприяє швидшому проростанню навіть за глибини понад 3 см. Проте у нашому дослідженні, проведеному в умовах класичного комбінованого обробітку, ефект виявився протилежним: ущільнений верхній шар після весняного боронування та прикочування обмежував дифузію кисню, тому проростки, загорнуті на 4–5 см, відставали у розвитку. Ця відмінність підтверджує висновки Afshar et al. [1], які відзначили, що система обробітку суттєво модифікує реакцію насіння на глибину загортання, зокрема через відмінності у вологості та тепловому режимі ґрунту.

Механізм впливу глибини посіву на швидкість сходів тісно пов'язаний із кількістю доступного кисню та температурним градієнтом у верхніх 5 см профілю. Як зазначають Blunk et al. [4], контакт «насіння–ґрунт» визначає інтенсивність водопоглинання та початковий метаболізм зародка. Наші спостереження показали, що за глибини 1–2 см уже на шосту добу після сівби з'являлося понад 20 % сходів, тоді як за 4–5 см лише близько 10 %. Це свідчить, що в умовах Бродівського полігону глибше розміщене насіння зазнавало дефіциту кисню та нестачі тепла для нормальної активації гормональних процесів подібно до ефектів, описаних Rimaz et al. [19], де автори встановили, що швидкість появи сходів знижується експоненційно зі зростанням глибини через подовження дифузійного шляху для газообміну.

Особливу увагу слід приділити зв'язку між якістю насіння і реакцією на глибину сівби. Mirzaei і Hemayati [15] підкреслюють, що біологічна якість насіння – енергія проростання, вміст резервних речовин, ступінь пошкодження під час калібрування – є ключовим чинником стабільності польової схожості. У нашому досліді використовували високоякісний насіннєвий матеріал моногермічного типу, проте навіть за цього умови відмінності у дружності сягали 34 % між крайніми варіантами. Це узгоджується з висновками Podlaski і Chomontowski [18], які довели, що глибина сівби не може компенсувати низьку енергію проростання, але при оптимальної якості насіння навіть незначна зміна умов середовища (зволоження, температура, аерація) визначає рівень дружності.

У більшості публікацій [5, 9, 14] наголошується, що оптимальна глибина сівби залежить від системи обробітку. В умовах мінімального або смугового обробітку посівне ложе краще прогрівається, тому глибина 2,5–3 см не знижує дружності. Проте за традиційної оранки й важкого механічного складу ґрунту, як у нашому досліді, навіть 3,5 см виявлялися критичними. Таким чином, результати підтверджують концепцію Licht і Al-Kaisi [13], згідно з якою глибина є функцією термічного режиму ложа: чим нижча температура верхнього шару, тим більший ризик втрати енергії проростання при збільшенні глибини.

Інші дослідження також демонструють, що швидкість появи сходів прямо корелює з фізичними властивостями посівного ложа. Afshar et al. [1] довели, що у варіантах з консерваційним обробітком, де спостерігається менше ущільнення, температура на

глибині 3 см була в середньому на 2–3 °C вищою, ніж за традиційного, що підвищувало польову схожість на 8–12 %. Подібні закономірності простежуються і в нашому експерименті: у верхньому шарі ґрунту (1–2 см) середня температура під час проростання була на 1,8 °C вищою, ніж на глибині 5 см, що зумовило прискорення появи сходів на 48 годин.

Результати узгоджуються також і з даними Lamichhane et al. [12], які на основі моделювання процесів появи сходів показали, що навіть незначне зниження температури на 2 °C може скоротити відсоток дружних сходів цукрового буряка на 10–15 %. У нашому дослідженні аналогічне відхилення температури між верхнім і нижчим шарами ґрунту забезпечувало різницю дружності у 17–20 %, що підтверджує чутливість культури до термічного режиму.

Зниження частки сходів у межах оптимального терміну за глибини понад 3 см, і відповідне збільшення пізніх сходів до 40 %, може мати кілька пояснень. По-перше, більша глибина збільшує довжину проростка, а отже, його потребу в енергетичних ресурсах, що затримує появу сім'ядоль на поверхні. По-друге, за глибшого загортання насіння розміщується у шарі з вищою щільністю і нижчим вмістом кисню, що обмежує дихання зародка. Ці явища раніше описані Licht & Al-Kaisi [13] та Esmaeili et al. [8], які зазначають, що недостатня аерація верхнього шару призводить до затримки проростання, подібної до впливу дефіциту вологи. Наші спостереження також виявили, що у варіанті 4–5 см частка сходів, які з'явилися після 9-го дня, сягала 23 %, що свідчить про явище часткового пригнічення проростків у щільнішому шарі.

Порівняння отриманих результатів із роботами Varga et al. [22] показує, що початкова рівномірність посіву має прямий вплив на подальшу структуру врожаю. За даними цих авторів, відхилення густоти більш як на 10 % знижує середню масу коренеплоду на 8–12 %, а вміст сахарози – на 0,4–0,6 %. У нашому експерименті за глибини 2–3 см відхилення густоти становило 13 %, а при 1–2 см – лише 6 %, що вказує на високу потенційну перевагу мілкішої сівби для формування рівномірного врожаю.

У подальшому розвитку рослин такі початкові відмінності посилюються через асиміляційну конкуренцію. Hamed et al. [10] продемонстрували, що нерівномірні сходи цукрових буряків мають на 25–30 % нижчий індекс площі листкової поверхні (LAI) у фазі BBCH 16, що прямо зменшує інтенсивність фотосинтезу та формування цукрів. У нашому досліді пізні сходи (9–10-й день) становили до 23 % у варіантах з глибиною понад 4 см, що ймовірно спричинило нижчий LAI у цих варіантах.

У цьому контексті варто розглянути результати Zhuzhzhalova et al.[24], які пов'язують морфогенетичну неоднорідність рослин у посівах цукрового буряка з різницею у часі проростання понад 48 год. Автори зазначають, що асинхронність сходів призводить до утворення рослин із відмінними фазами росту, які конкурують за світло і простір, що формує неоднорідну структуру врожаю. Це цілком узгоджується з нашими спостереженнями, де подовження періоду сходів на понад 72 години зумовлювало зниження дружності та потенціалу врожайності.

Важливим аспектом є порівняння наших результатів із дослідженнями, що враховували кліматичні умови. Bastaubayeva et al. [3] показали, що кліматичні коливання – зокрема часті перепади вологості й температури в весняний період – значно змінюють оптимальні параметри сівби, включно з глибиною. У наших умовах 2025 року, коли перша декада квітня характеризувалася підвищеною вологістю, оптимальна глибина загортання насіння становила 2,4 см, тоді як у роки з посушливішою весною, за даними Varga et al.[22], оптимум зміщується до 3–3,5 см. Отже, вибір глибини повинен бути адаптивним до поточного гідротермічного режиму.

Ще одним фактором, який впливає на ефективність глибини, є попередник і система обробітку у короткоротаційних сівозмінах. У наших умовах попередником була озима пшениця, що залишає помірну кількість післяжнивних решток і не створює надмірного ущільнення. Проте в ротаціях із кукурудзою або соєю верхній шар часто є щільнішим і має гіршу водопроникність. Busari et al. [5] вказують, що у таких умовах доцільно зменшувати глибину посіву на 0,5–1 см, щоб насіння розміщувалося в зоні з кращим повітряним режимом. Це співзвучно нашим результатам, які підтверджують, що мілкіший висів забезпечує швидші сходи навіть за однакової вологості.

З огляду на це, отримані результати можна інтерпретувати як прояв універсальної закономірності: оптимальна глибина посіву – не фіксована величина, а функція агрофізичних умов, яка вимагає адаптації. Підтвердженням цьому є моделювання Anar et al. [2], де використання DSSAT для симуляції росту цукрового буряка показало, що зміщення глибини сівби на 1 см змінює час появи сходів на 1,5–2 дні. Наш експеримент дав практично аналогічний результат: різниця у 3 см між крайніми варіантами відповідала затримці проростання на 2–3 дні.

Особливу увагу слід звернути на енергетичну ефективність технології. За даними Saldukaitė et al. [21], оптимізація глибини загортання у поєднанні зі смуговим або прямим висівом дозволяє зменшити витрати палива на 12–18 % без зниження продуктивності. У нашому досліді, хоча оцінка енергетичних параметрів не проводилася безпосередньо, зменшення глибини до 2–2,5 см потенційно знижує енерговитрати під час створення посівного ложа та може бути рекомендоване для оптимізації технологічного процесу в класичній системі обробітку.

Підтвердження впливу глибини на якісні показники врожаю наведено в роботах Nowicki et al. [17] та Esmaeili et al. [9], які показали, що нерівномірні сходи знижують вміст сахарози на 0,6–0,9 %. У нашому досліді у варіантах із глибиною понад 4 см частка пізніх сходів становила 40 %, що ймовірно вплине на зниження кінцевої цукристості через асинхронність розвитку листкової поверхні та різницю в ефективності фотосинтезу. Це підтверджує взаємозв'язок між ранніми морфологічними параметрами посіву та кінцевою якістю врожаю, описаний у Varga et al. [23].

Загалом, порівняння наших результатів із наведеними літературними даними дозволяє зробити висновок, що оптимальна глибина сівби для умов Західного Лісостепу України становить 2–3 см. За цієї глибини забезпечується найвищий баланс між польовою схожістю (понад 85 %), дружністю сходів (88–90 %) і рівномірністю розвитку рослин. Надмірне заглиблення (понад 4 см) суттєво знижує дружність, збільшує частку пізніх сходів до 40 % і потенційно погіршує структуру врожаю.

У більш широкому контексті результати підтверджують концепцію Stevanato et al. [22] щодо необхідності інтегрованого підходу до сталого вирощування цукрового буряка: технологічні параметри, зокрема глибина сівби, мають розглядатися не як ізольовані операції, а як елементи системи управління агрофізичними процесами в посівному ложі. Наш експеримент демонструє, що навіть у класичній системі обробітку глибина може бути адаптивним параметром, який частково компенсує вплив погодних умов і фізичних властивостей ґрунту.

Отже, результати експерименту поглиблюють розуміння механізмів регуляції дружності сходів і формування структури врожаю цукрового буряка. У поєднанні з висновками попередніх досліджень [9, 16, 22] вони підтверджують, що контроль глибини сівби є ефективним інструментом управління ранніми фазами органогенезу культури. Оптимізація цього параметра під конкретні умови поля дозволяє не лише підвищити рівномірність сходів і урожайність, а й зменшити енергетичні витрати на обробіток ґрунту, що відповідає принципам сучасного сталого землеробства.

Висновки. Проведені дослідження дозволили встановити закономірності впливу глибини сівби насіння цукрового буряка (*Beta vulgaris* L.) на швидкість проростання, дружність сходів та початкову рівномірність посіву в умовах класичної системи обробітку ґрунту. Отримані результати свідчать, що глибина загортання насіння є одним із найчутливіших параметрів агротехніки, який визначає синхронність розвитку культури на ранніх етапах онтогенезу та закладає потенціал структури майбутнього врожаю.

Виявлено, що при загортанні насіння на глибину 1–2 см спостерігається найвищий рівень енергії проростання і дружності сходів – 94 %, тоді як збільшення глибини до 4–5 см призводить до зниження цього показника до 60 %. У міру заглиблення посіву збільшувалася частка сходів, що з'являлися з перевищенням оптимального терміну понад 72 години – від 6 % за мілкої сівби до 40 % за глибокої. Цей ефект супроводжувався подовженням строків проростання та зростанням різниці у фазовому розвитку рослин, що знижувало рівномірність посіву. Таким чином, доведено, що навіть відхилення глибини на 1 см від оптимального рівня здатне змінювати тривалість проростання насіння на 1–1,5 доби.

Зі збільшенням глибини загортання понад 3 см спостерігалося істотне зниження енергії проростання: дружність сходів зменшувалася від 94 % (1–2 см) до 60 % (4–5 см), а кількість сходів, отриманих поза оптимальним періодом (>72 год), зростала від 6 до 40 %. Встановлено статистично значущий негативний зв'язок між глибиною сівби та індексом дружності ($r = -0{,}89$; $p < 0.05$). Отримана квадратична модель $Y = -9.68x^2 + 59.13x + 36.25$ ($R^2 = 0.94$) дозволяє визначати оптимальну глибину для конкретних гідротермічних умов, що в нашому досліді склала 2,4 см.

Встановлено статистично достовірну залежність між глибиною сівби і показниками її рівномірності. Найменше відхилення від заданої густоти (6 %) спостерігалося у варіанті 1–2 см, тоді як за глибини 2–3 см цей показник становив 13 %. Згідно з розрахунками, оптимальна глибина сівби за умов досліду становила 2,4 см, де дружність сходів становила 88–90 %, втрати густоти були мінімальними. Це підтверджує, що оптимальна глибина має не фіксований, а адаптивний характер і залежить від фізичного стану посівного ложа та гідротермічного режиму ґрунту. Вперше для умов Західного Лісостепу України кількісно визначено вплив глибини сівби насіння цукрового буряка на показники дружності сходів і густоти стояння рослин із побудовою математичної моделі, яка дозволяє прогнозувати оптимальні параметри загортання залежно від агрометеорологічних умов. Визначено критичну межу глибини (3,5–4,0 см), перевищення якої призводить до різкого зниження частки дружних сходів та подовження періоду появи рослин. Доведено, що зменшення глибини сівби до 2–2,5 см не лише підвищує швидкість проростання, але й стабілізує рівномірність посіву, що безпосередньо впливає на формування однорідної структури врожаю.

Узагальнюючи результати, можна стверджувати, що встановлена експериментальна залежність між глибиною сівби, швидкістю та дружністю сходів має не лише прикладне, але й теоретичне значення. Вона відображає фізіологічну реакцію насіння на поєднання факторів середовища – вологість, температуру, щільність ґрунту – через позиційне розміщення у профілі. Виявлений оптимум 2,4 см можна розглядати як адаптивну величину для чорноземів Західного Лісостепу з помірною вологою навесні. У подальших дослідженнях цей параметр може бути використаний як базовий критерій для розробки математичних моделей, що описують початкову фазу розвитку культури. Наукова новизна одержаних результатів полягає у комплексному підході до вивчення глибини сівби як інтегрального показника взаємодії фізичних, біологічних і технологічних факторів, а практична цінність – у створенні можливості цілеспрямованого регулювання параметрів посіву для підвищення рівномірності сходів і стабільності врожайності. Отримані закономірності можуть бути покладені в основу сучасних систем точного землеробства, де глибина сівби контролюється автоматизовано на основі показників вологості, щільності та температури верхнього шару ґрунту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Afshar R. K., Nilahyane A., Chen C., He H., Stevens W. B., Iversen W. M. Impact of conservation tillage and nitrogen on sugarbeet yield and quality. Soil and Tillage Research. 2019. Vol. 191. P. 216–223. https://doi.org/10.1016/j.still.2019.03.017

2. Anar M. J., Lin Z., Hoogenboom G., Shelia V., Batchelor W. D., Teboh J. M., Khan M. Modeling growth, development and yield of sugarbeet using DSSAT. Agricultural Systems. 2019. Vol. 169. P. 58–70. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.010

3. Bastaubayeva S. O., Tabynbayeva L. K., Yerzhebayeva R. S., Konusbekov K., Abekova A. M., Bekbatyrov M. B. Climatic and agronomic impacts on sugar beet (Beta vulgaris L.) production. SABRAO Journal of Breeding and Genetics. 2022. Vol. 54(1). https://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.1.13

4. Blunk S., De Heer M. I., Sturrock C. J., Mooney S. J. Soil seedbed engineering and its impact on germination and establishment in sugar beet (Beta vulgaris L.) as affected by seed–soil contact. Seed Science Research. 2018. Vol. 28(3). P. 236–244. https://doi.org/10.1017/S0960258518000168

5. Busari 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.fcr.2019.04.022

6. Chomontowski C., Wzorek H., Podlaski S. Impact of sugar beet seed priming on seed quality and performance under diversified environmental conditions. Journal of Plant Growth Regulation. 2020. Vol. 39. P. 183–189. https://doi.org/10.1007/s00344-019-09973-2

7. Curcic Z., Ciric M., Nagl N., Taski-Ajdukovic K. Effect of sugar beet genotype… Frontiers in Plant Science. 2018. Vol. 9. Article 1041. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041

8. Esmaeili R., Mohammadian R., Abad H. H. S., Mohammadi G. N. Improving quantity and quality… Plant, Soil & Environment. 2022. Vol. 68(8). https://doi.org/10.17221/151/2022-PSE

9. Górski D., Gaj R., Ulatowska A., Miziniak W. Effect of strip-till… Agriculture. 2022. Vol. 12(2). Article 166. https://doi.org/10.3390/agriculture12020166

10. Hamed L. M. M., Absy R., Elmenofy W., Emara E. I. R. Enhancing sugar beet yield… Agronomy. 2023. Vol. 13(12). Article 2951. https://doi.org/10.3390/agronomy13122951

11. Kaya M. D., Kulan E. G. Effective seed priming… Sugar Tech. 2020. Vol. 22. P. 1086–1091. https://doi.org/10.1007/s12355-020-00848-5

12. Lamichhane J. R., Constantin J., Aubertot J. N., Dürr C. Will climate change affect… Field Crops Research. 2019. Vol. 238. P. 64–73. DOI: 10.1016/j.fcr.2019.04.022.

13. Licht M. A., Al-Kaisi M. M. Strip-tillage effect… Soil & Tillage Research. 2005. Vol. 80(1–2). P. 233–249. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.017

14. Mioduszewska N., Adamski M., Osuch E., Osuch A. Sugar beets grown… BIO Web of Conferences. 2018. Vol. 10. Article 02020. https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002020

15. Mirzaei M. R., Hemayati S. S. The effect of environment… Agricultural Research. 2022. Vol. 11. P. 608–614. https://doi.org/10.1007/s40003-021-00607-2

16. Nowicki R., Wilczewski E., Kłosowski M. The timing of sugar beet harvesting… Agronomy. 2025. Vol. 15(3). Article 704. https://doi.org/10.3390/agronomy15030704

17. Paul S. K. Agronomic management of sugar beet. In: Misra V., Srivastava S., Mall A. K. (eds). Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Singapore: Springer, 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_13

18. Podlaski S., Chomontowski C. Various methods of assessing sugar beet seed vigour… Sugar Tech. 2020. Vol. 22. P. 130–136. https://doi.org/10.1007/s12355-019-00754-5

19. Rimaz H. R., Zand-Parsa S., Taghvaei M. Predicting the seedling emergence… Physiol. Mol. Biol. Plants. 2020. Vol. 26. P. 2329–2338. https://doi.org/10.1007/s12298-020-00884-1

20. Saldukaitė L., Šarauskis E., Zabrodskyi A., Adamavičienė A., Buragienė S., Kriaučiūnienė Z., Savickas D. Assessment of energy saving… Sustainable Energy Technologies. 2022. Vol. 51. Article 101911. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101911

21. Stevanato P., Chiodi C., Broccanello C. Sustainability of the sugar beet crop… Sugar Tech. 2019. Vol. 21. P. 703–716. https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9

22. Varga I., Lončarić Z., Kristek S., Kulundžić A. M., Rebekić A., Antunović M. Sugar beet root yield… Agriculture. 2021. Vol. 11(5). Article 407. https://doi.org/10.3390/agriculture11050407

23. Zhuzhzhalova T. P., Nalbandyan A. A., Vasilchenko E. N., Cherkasova N. N. Morphogenetic peculiarities… Vavilov Journal. 2023. Vol. 27(3). P. 207. https://doi.org/10.18699/VJGB-23-27

REFERENCES:

1. Afshar, R. K., Nilahyane, A., Chen, C., He, H., Stevens, W. B., & Iversen, W. M. (2019). Impact of conservation tillage and nitrogen on sugarbeet yield and quality. *Soil and Tillage Research*, *191*, 216-223. https://doi.org/10.1016/j.still.2019.03.017

2. Anar, M. J., Lin, Z., Hoogenboom, G., Shelia, V., Batchelor, W. D., Teboh, J. M., ... & Khan, M. (2019). Modeling growth, development and yield of Sugarbeet using DSSAT. *Agricultural Systems*, *169*, 58-70. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.010

3. Bastaubayeva, S. O., Tabynbayeva, L. K., Yerzhebayeva, R. S., Konusbekov, K., Abekova, A. M., & Bekbatyrov, M. B. (2022). Climatic and agronomic impacts on sugar beet (Beta vulgaris L.) production. http://doi.org/10.54910/sabrao2022.54.1.13

4. Blunk, S., De Heer, M. I., Sturrock, C. J., & Mooney, S. J. (2018). Soil seedbed engineering and its impact on germination and establishment in sugar beet (Beta vulgaris L.) as affected by seed–soil contact. *Seed Science Research*, *28*(3), 236-244. https://doi.org/10.1017/S0960258518000168

5. Busari, 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.fcr.2019.04.022

6. Chomontowski, C., Wzorek, H. & Podlaski, S. Impact of sugar beet seed priming on seed quality and performance under diversified environmental conditions of germination, emergence and growth. *J Plant Growth Regul* 39, 183–189 (2020). https://doi.org/10.1007/s00344-019-09973-2

7. Curcic, Z., Ciric, M., Nagl, N., & Taski-Ajdukovic, K. (2018). Effect of sugar beet genotype, planting and harvesting dates and their interaction on

sugar yield. *Frontiers in plant science*, *9*, 1041. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01041

8. Esmaeili, R., Mohammadian, R., Abad, H. H. S., & Mohammadi, G. N. (2022). Improving quantity and quality of sugar beet yield using agronomic methods in summer cultivation. *Plant, Soil & Environment*, *68*(8). https://doi.org/10.17221/151/2022-PSE

9. Górski, D., Gaj, R., Ulatowska, A., & Miziniak, W. (2022). Effect of Strip-Till and Variety on Yield and Quality of Sugar Beet against Conventional Tillage. *Agriculture*, *12*(2), 166. https://doi.org/10.3390/agriculture12020166

10. Hamed, L. M. M., Absy, R., Elmenofy, W., & Emara, E. I. R. (2023). Enhancing Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Yield and Quality: Evaluating the Efficiency of Chemical and Mechanical Weed Control Strategies. *Agronomy*, *13*(12), 2951. https://doi.org/10.3390/agronomy13122951

11. Kaya, M.D., Kulan, E.G. Effective Seed Priming Methods Improving Germination and Emergence of Sugar Beet Under Low-Temperature Stress. *Sugar Tech* 22, 1086–1091 (2020). https://doi.org/10.1007/s12355-020-00848-5

12. Lamichhane, J. R., Constantin, J., Aubertot, J. N., & Dürr, C. (2019). Will climate change affect sugar beet establishment of the 21st century? Insights from a simulation study using a crop emergence model. Field Crops Research, 238, 64-73. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.04.022

13. Licht, M. A., & Al-Kaisi, M. M. (2005). Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil & Tillage Research, 80*(1–2), 233–249. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.017

14. Mioduszewska, N., Adamski, M., Osuch, E., & Osuch, A. (2018). Sugar beets grown in the strip-tillage system at different soil cultivation depths. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 10, p. 02020). EDP Sciences. https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002020

15. Mirzaei, M.R., Hemayati, S.S. The Effect of Environment and Maternal Plant on Germination Traits of Sugar Beet Seeds and an Approach to Select the Superior Genotype. Agric Res 11, 608–614 (2022). https://doi.org/10.1007/s40003-021-00607-2

16. Nowicki, R., Wilczewski, E., & Kłosowski, M. (2025). The timing of sugar beet harvesting significantly influences roots yield and quality characteristics. *Agronomy, 15*(3), 704. https://doi.org/10.3390/agronomy15030704

17. Paul, S.K. (2022). Agronomic Management of Sugar Beet. In: Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (eds) Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2730-0_13

18. Podlaski, S., Chomontowski, C. Various Methods of Assessing Sugar Beet Seed Vigour and Its Impact on the Germination Process, Field Emergence and Sugar Yield. Sugar Tech 22, 130–136 (2020). https://doi.org/10.1007/s12355-019-00754-5

19. Rimaz, H.R., Zand-Parsa, S., Taghvaei, M. *et al.* Predicting the seedling emergence time of sugar beet (*Beta vulgaris*) using beta models. *Physiol Mol Biol Plants* 26, 2329–2338 (2020). https://doi.org/10.1007/s12298-020-00884-1

20. Saldukaitė, L., Šarauskis, E., Zabrodskyi, A., Adamavičienė, A., Buragienė, S., Kriaučiūnienė, Z., & Savickas, D. (2022). Assessment of energy saving and GHG reduction of winter oilseed rape production using sustainable strip tillage and direct sowing in three tillage technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *51*, 101911. https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101911

21. Stevanato, P., Chiodi, C., Broccanello, C. *et al.* Sustainability of the Sugar Beet Crop. *Sugar Tech* 21, 703–716 (2019). https://doi.org/10.1007/s12355-019-00734-9

22. Varga, I., Lončarić, Z., Kristek, S., Kulundžić, A. M., Rebekić, A., & Antunović, M. (2021). Sugar Beet Root Yield and Quality with Leaf Seasonal Dynamics in Relation to Planting Densities and Nitrogen Fertilization. Agriculture, 11(5), 407. https://doi.org/10.3390/agriculture11050407

23. Zhuzhzhalova, T. P., Nalbandyan, A. A., Vasilchenko, E. N., & Cherkasova, N. N. (2023). Morphogenetic peculiarities of reproductive biology in sugar beet (Beta vulgaris L.) breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, *27*(3), 207. https://doi.org/10.18699/VJGB-23-27

Кисельов Д.О., Блятник Т.С., Нінуа О.В., Каленська С.М. Агробіологічна оцінка впливу глибини посіву на дружність сходів і структуру врожаю цукрового буряка

Мета. Метою дослідження було кількісно оцінити вплив варіацій загортання насіння цукрового буряка на початковий розвиток рослин, параметри формування густоти стояння та продуктивність посівів у специфічних гідротермічних умовах опідзоленого середньосуглинкового чорнозему Західного Лісостепу. Особливу увагу приділено визначенню оптимальної глибини розміщення насіння, що забезпечує максимальну дружність сходів та мінімальну варіабельність маси коренеплодів. **Методи.** Дослідження виконано як однофакторний польовий експеримент на виробничо-дослідному полі ТОВ «Західний Буг». Фактором була глибина загортання насіння у чотирьох інтервалах: 1–2; 2–3; 3–4; 4–5 см. Протягом вегетації здійснювали облік польової схожості, тривалості періоду появи сходів, їх дружності та рівномірності розміщення у рядку; визначали масу коренеплодів, біологічну врожайність і вихід цукру. Статистичну обробку даних виконано методами дисперсійного аналізу (ANOVA), кореляційного та регресійного моделювання для кількісної верифікації отриманих залежностей. **Результати.** Встановлено, що навіть зміна глибини загортання в межах ±1 см істотно змінює тривалість проростання та структуру появи сходів. За глибини 1–2 см дружність сходів досягала 94 %, тоді як при 4–5 см знижувалася до 60 %, супроводжуючись зростанням частки пізніх сходів до 40 %. Отримано високодостовірну квадратичну залежність (R^2 = 0,94) між глибиною загортання та дружністю сходів, на основі якої визначено адаптивний оптимум – 2,4 см. У цьому діапазоні формувалися найменші втрати густоти стояння, найвища частка вирівняних за масою коренеплодів, біологічна врожайність 61,75–66,5 т/га та вихід цукру до 10,63 т/га. Поглиблення загортання супроводжувалося зростанням дисперсії маси коренеплодів і частки нетоварної фракції, що прямо впливало на економічні втрати. **Висновки.** Доведено, що оптимізація глибини

загортання є критичним регулятором формування однорідної густоти посіву та стабільної структури врожаю цукрового буряка. Побудована прогностична регресійна модель дозволяє адаптувати глибину загортання до фактичних гідрофізичних параметрів посівного шару (вологість, щільність, температура). Практичне значення дослідження полягає в обґрунтуванні можливостей застосування адаптивно-регульованої глибини загортання як елемента точного землеробства для підвищення ефективності використання ресурсів і зниження ризиків нерівномірності посівів.

Ключові слова: польова схожість; густота стояння рослин; динаміка наростання біомаси; цукристість коренеплодів.

Kyselov D.O., Blyatnyk T.S., Ninua O.V., Kalenska S.M. Agrobiological assessment of the effect of sowing depth on emergence uniformity and yield structure of sugar beet

Aim. The study aimed to quantify the effects of varying sugar beet seed placement depth on early plant development, stand establishment parameters, and productivity under the hydrothermal regime of a leached medium-loam chernozem. A special emphasis was placed on identifying the optimal sowing depth ensuring maximum emergence synchrony and minimal root mass variability. **Methods.** A single-factor field experiment was conducted at the research–production field of “Zakhidnyi Buh”. Four depth intervals (1–2; 2–3; 3–4; 4–5 cm) served as the experimental factor. Field emergence, emergence timing, uniformity within the row, root mass, biological yield, and sugar output were assessed. Statistical analysis included ANOVA, correlation, and regression modelling. **Results.** Even a ±1 cm deviation significantly affected emergence timing and synchrony. Emergence synchrony reached 94% at 1–2 cm but dropped to 60% at 4–5 cm, with late emergers increasing to 40%. A strong quadratic relationship (R^2 = 0.94) enabled defining an adaptive optimum of 2.4 cm. This range ensured minimal stand loss, the highest proportion of uniform roots, biological yield of 61.75–66.5 t/ha, and sugar output up to 10.63 t/ha. **Conclusions.** Optimizing seed placement depth is a critical factor in achieving uniform stands and stable yield structure. The developed predictive model enables depth adjustment according to soil hydrophysical conditions, offering a practical tool for precision agriculture.

Key words: field emergence; plant stand density; root yield structure; dynamics of biomass accumulation; root sugar content.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.11 «324»: 631.559: 631.816.1: 631.53.048
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.9

УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ

КЛИМИШЕНА Р.І. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-4643-7895
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
СВИНАР М.М. – аспірант
orcid.org/0000-0001-8977-3568
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Озима пшениця – це одна з головних продовольчих зернових культур в Україні, яка використовується для виробництва борошна для хліба, макаронів та інших продуктів. У сучасних умовах господарювання, коли відбуваються суттєві зміни кліматичних умов, підвищення цін на мінеральні добрива та необхідність раціонального використання ресурсів, особливої актуальності набуває питання оптимізації елементів технології вирощування пшениці озимої. Вирішальне значення для формування високої та стабільної врожайності має збалансоване живлення рослин і раціональний підбір норми висіву насіння. Надлишкове або недостатнє удобрення, невдало сформована густота стояння рослин, можуть спричинити зниження продуктивності агроценозу та погіршення якості зерна. Тому актуальним завданням сучасної агрономії є визначення оптимального співвідношення між нормами мінеральних добрив та нормами висіву насіння, що забезпечує максимальну реалізацію потенціалу продуктивності сортів пшениці озимої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оптимізації внесення мінеральних добрив та підбору норм висіву насіння займає основне місце в агрономічних дослідженнях, оскільки ці фактори суттєво впливають на формування структури урожайності, реалізацію продуктивного потенціалу сортів та економічну ефективність виробництва [1, 2]. Різні автори підкреслюють, що реакція рослин пшениці на внесені мінеральні добрива та густоту стояння залежить від ґрунтово-кліматичних умов, сортового генотипу, технологічних прийомів (способи сівби, передпосівний обробіток ґрунту тощо) [3].

Мінеральне удобрення є одним із основних факторів, що впливає на продуктивність рослин. Дослідження, присвячені ролі азоту, фосфору та калію, узагальнюють, що азот – це найважливіший макронутрієнт для збільшення біомаси та зернової продуктивності [4, 5], тоді як фосфор і калій вагомі елементи для розвитку кореневої системи, кращого відновлення рослин навесні та формування продуктивних елементів (колосів, зернин у колосі) [6, 7]. Ряд експериментів показує, що оптимальні норми азоту та фосфору залежать від родючості ґрунту, попередніх внесень: при дефіциті родючості прибавка урожаю при додаткових нормах азотних та фосфорних добрив може бути дуже помітною, тоді як на родючих ґрунтах закономірність менш виражена [8].

Щодо норми висіву, огляд літературних джерел свідчить про неоднозначність результатів: 1) в умовах помірного та вологого клімату підвищення норми висіву насіння зазвичай сприяє збільшенню кількості продуктивних стебел і врожайності зерна за умови незначної загибелі рослин взимку, 2) надмірне ущільнення призводить до конкуренції за ресурси і спричиняє до зниження маси 1000 зернин та погіршення якості, зокрема, за вмістом білка [9, 10]. Поряд з цим слід відмітити, що в стресових умовах, таких як посуха, підвищена температура, висока зимова загибель, вплив норми висіву на врожай може бути слабкішим порівняно з впливом азотного живлення [11]. Отже, ефект норми висіву насіння часто залежить від взаємодії з погодними умовами та рівнем удобрення.

Дослідження проведені в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України показали особливості реакції пшениці на густоту стояння рослин. Зокрема, елементи структури врожаю при нормі висіву 4,2 млн шт./га були значно більшими порівняно з нормою 5,0 млн шт./га: довжина колоса була більшою на 1,6 см, кількість зернин в колосі – на 12,6 шт., маса зернин в колосі – на 0,55 г, маса 1000 – на 3,5 г [12].

Науковці Т.В. Колібабчук, О.В. Кузьменко, О.І. Зарва та В.В. Любич зазначають, що в середньому за роки досліджень урожайність пшениці м'якої озимої найвищою була при нормі висіву 5 млн/га і становила 5,53 т/га [13]. При зменшенні норми висіву до 4 млн/га цей показник був нижчим на 5,28 т/га або на 5% порівняно з нормою висіву 5 млн/га. При збільшенні норми висіву до 8 млн/га врожайність зерна зменшувалася на 3–5%.

Отже, незважаючи на значну кількість проведених досліджень в технології вирощування зернових культур завжди існують недоліки у зв'язку кліматичними змінами, виведенням нових сортів і т. д. Саме тому завжди актуальним питанням буде оптимізація норм мінеральних добрив та норм висіву насіння.

Мета досліджень – встановити залежність урожайності зерна пшениці озимої від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження виконані впродовж 2023-2025 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний універси-

тет» в умовах Правобережного Лісостепу України. Схема досліду: фактор А – варіанти норм мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{75}P_{60}K_{60}$; фактор В – варіанти норм висіву насіння: 300, 350, 400, 450 шт./м^2. Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи опідзолені. Для проведення досліджень використано сорти озимої пшениці Бодицек та Реформ.

Для аналізу одержаних результатів досліджень використовували математичний аналіз на основі критерію Стьюдента та багаторанговий статистичний критерій Дункана [14, 15].

Результати досліджень. За результатами проведених досліджень рівень урожайності зерна пшениці озимої в середньому по сорту Бодицек становив 6,12 т/га, по сорту Реформ – 6,59 т/га. В табл. 1 показано вплив на варіативну складову двох технологічних факторів задіяних в експерименті, який за своїм характером виявився різним. Урожайність зерна у сорту Бодицек становила при нормі висіву насіння 300 шт./м^2 – 4,11 т/га, при нормі 350 шт./м^2 – 4,28 т/га, при нормі 400 шт./м^2 – 4,51 т/га і при нормі 450 шт./м^2 – 4,61 т/га. У сорту Реформ відповідно до порядку зазначених вище норм висіву значення становили 4,54 т/га; 4,72; 4,95 та 5,09 т/га.

Вплив на урожайність зерна пшениці озимої внесених мінеральних добрив виявився ефективним. Аналіз дії фактора на основі проведеного тесту Дункана показує, що кожна норма застосування мінеральних добрив була результативною (табл. 2). Із чотирьох варіантів удобрення, для кожного з них виділена окрема статистична група, що свідчить про істотну різницю. За результатами аналізу найнижчі показники отримані на контрольному варіанті, без внесення добрив. На варіанті удобрення $N_{45}P_{30}K_{30}$ значення показника істотно збільшилося у сорту Бодицек – до 5,64 т/га, у сорту Реформ – до 6,15 т/га. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{45}K_{45}$ сприяло також істотному підвищенню урожайності зерна у сортів Бодицек та Реформ, де значення становили відповідно 6,78 т/га та 7,26 т/га. І найвищі параметри показника отримані на варіанті удобрення $N_{75}P_{60}K_{60}$: для сорту Бодицек – 7,69 т/га, для сорту Реформ – 8,11 т/га. Слід зазначити, що кожне наступне збільшення елементів живлення на 15 кг/га д.р. порівняно до попереднього сприяло до істотного підвищення рівня урожайності зерна пшениці озимої, але в меншій мірі. Відповідно ряд отриманих цифрових значень показує таку послідовність чисел: у сорту Бодицек – 1,26; 1,14 та 0,91 т/га, у сорту Реформ – 1,33; 1,11 та 0,85 т/га.

В середньому за 2023-2025 роки норми висіву насіння на контрольному варіанті без внесення мінеральних добрив впливали на урожайність зерна. При збільшенні норми висіву на 100 нас./м^2 відбувалося істотне підвищення продуктивності посівів пшениці озимої. Так, у 2023 році урожайність зерна у сорту Бодицек при нормі висіву 300 нас./м^2 становила 4,14 т/га, при нормі висіву 400 нас./м^2 – 4,53 т/га, різниця 0,39 т/га істотна ($НІР_{05}$ – 0,28). Між даними норм висіву 350 та 450 нас./м^2 – 4,30 т/га та 4,65 т/га різниця також була достовірною 0,35 т/га. У сорту Реформ при збільшенні норм висіву від 300 до 400 нас./м^2 та від 350 до 450 нас./м^2 рівень урожайності зерна істотно підвищувався на 0,42 т/га та 0,38 т/га ($НІР_{05}$ – 0,24). У 2024 році зростання урожайності зерна пшениці озимої у сорту Бодицек виявлено при порівнянні отриманих даних між нормами висіву 300 та 400 нас./м^2 – 3,84 та 4,21 т/га, а також 350 та 450 нас./м^2 – 4,01 та 4,28 т/га, де встановлена істотна різниця 0,37 т/га та 0,27 т/га, відповідно ($НІР_{0,05}$ – 0,25). У сорту Реформ при збільшенні норм висіву від 300 до 400 нас./м^2 та від 350 до 450 нас./м^2 рівень урожайності зерна істотно підвищувався на 0,39 т/га та 0,35 т/га ($НІР_{05}$ – 0,30). Аналогічною була закономірність підвищення рівня урожайності зерна пшениці озимої і в 2025 році. У сорту Бодицек при порівнянні отриманих даних між нормами висіву 300 та 400 нас./м^2 різниця становила 0,43 т/га, між нормами висіву 350 та 440 нас./м^2 – 0,35 т/га ($НІР_{05}$ – 0,32). У сорту Реформ між даними норм висіву 300 та 400 нас./м^2, 350 та 450 нас./м^2 значення показника також істотно підвищувалося на 0,41 т/га та 0,36 т/га ($НІР_{05}$ – 0,26). Така закономірність характерна тільки для контрольного варіанта, де мінеральні добрива не вносили.

На всіх варіантах із внесенням норм мінеральних добрив норми висіву насіння не спричиняли підвищення або зниження урожайності зерна пшениці озимої. Про це свідчать отримані результати проведеного статистичного аналізу на основі тесту Дункана, які знаходяться в одній гомогенній групі (табл. 3).

Висновки. Доведено залежність рівня урожайності зерна пшениці озимої від впливу норм мінеральних добрив. В середньому по досліду на варіантах $N_0P_0K_0$, $N_{45}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{75}P_{60}K_{60}$ показники відповідно становили для сорту Бодицек – 4,38;

Таблиця 1 – Урожайність зерна пшениці озимої залежно від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д.р.	Сорт							
	Бодицек				Реформ			
	Норма висіву, нас./м^2							
	300	350	400	450	300	350	400	450
$N_0P_0K_0$	4,11	4,28	4,51	4,61	4,54	4,72	4,95	5,09
$N_{45}P_{30}K_{30}$	5,60	5,65	5,67	5,63	6,11	6,14	6,17	6,16
$N_{60}P_{45}K_{45}$	6,77	6,78	6,83	6,75	7,30	7,29	7,26	7,21
$N_{75}P_{60}K_{60}$	7,71	7,72	7,69	7,65	8,10	8,15	8,11	8,09

Таблиця 2 – Залежність урожайності зерна сортів пшениці озимої від впливу норм мінеральних добрив за тестом Дункана, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Бодицек	сорт Реформ	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	$N_0P_0K_0$	4,38	4,82	****			
2	$N_{45}P_{30}K_{30}$	5,64	6,15		****		
3	$N_{60}P_{45}K_{45}$	6,78	7,26			****	
4	$N_{75}P_{60}K_{60}$	7,69	8,11				****

Таблиця 3 – Залежність урожайності зерна пшениці озимої від впливу норм висіву насіння за тестом Дункана, т/га (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма висіву, нас./м²	сорт Бодицек	сорт Реформ	Гомогенні групи
				1
1	300	6,69	7,17	****
2	350	6,72	7,19	****
3	400	6,73	7,18	****
4	450	6,68	7,15	****

5,64; 6,78; 7,69 т/га, а для сорту Реформ – 4,82; 6,15; 7,26; 8,11 т/га.

Встановлено істотний вплив норм висіву на урожайність зерна пшениці озимої на варіанті без внесення мінеральних добрив. За умови збільшення норми висіву на 100 нас./м² при порівнянні отриманих даних між варіантами 300 та 400 нас./м², а також між 350 та 450 нас./м² урожайність підвищувалася в середньому у сорту Бодицек – на 0,40 т/га та 0,33 т/га, у сорту Реформ – на 0,41 т/га та 0,37 т/га, відповідно. На рівень врожайності зерна пшениці озимої впливу норм висіву на фонах мінерального живлення не виявлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: управління пивоварною якістю: монографія. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.

2. Климишена Р.І. Урожайність зерна ячменю ярого залежно від впливу умов вегетації за різних строків сівби та технологічних факторів. *Новітні агротехнології.* 2025. Т. 13, №2. https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.339672

3. Bhatta, M., Eskridge, K.M., Rose, D.J., Santra, D.K., Baenziger, P.S., & Regassa, T. Seeding Rate, Genotype, and Topdressed Nitrogen Effects on Yield and Agronomic Characteristics of Winter Wheat. *Crop Science.* 2017. Vol. 57, Issue 2. Pp. 951-963. https://doi.org/10.2135/cropsci2016.02.0103

4. Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F., & Raun W.R. World Cereal Nitrogen Use Efficiency Trends: Review and Current Knowledge. *Agrosystems, Geosciences & Environment.* 2019. Vol. 2, Issue 1. Pp. 1-8. https://doi.org/10.2134/age2018.10.0045

5. Fageria, N.K., & Baligar, V.C. Enhancing N use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy.* 2005. Vol. 88. P. 97–185. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)88004-6

6. Sharma, S., Kaur, G., Singh, P., Alamri, S., Kumar, R., & Siddiqui, M.H. Nitrogen and potassium application effects on productivity, profitability and nutrient use efficiency of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS ONE.* 2002. 17(5): e0264210. https://doi.org/10.1371/journal.

7. Naqeebullah, Manzoor, D., Kaleri, A.A., Kakar, K., Sadiqa, A., Islam, M., Musawwir, A., Ullah, Z., Jamali, A., Sadiq, M., & Adil, S.. Effects of phosphorus application rate on the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences.* 2024. Vol. 7, No. 2. Pp. 151-158. https://doi.org/10.31580/pjmls.v7i2.3020

8. Wanga, N., Zhipin, Ai., Zhang, Q., Leng, P., Qiao, Y., Li, Z., Tian, C., Cheng, H., Chen, G., & Li, F. Impacts of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizers on maize yields, nutrient use efficiency, and soil nutrient balance: Insights from a long-term diverse NPK omission experiment in the North China Plain. *Field Crops Research.* 2024. Vol. 318: 109616. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109616

9. Whaley, J.M., Sparkes, D.L., Foulkes, M.J., Spink, J.H., Semere, T. & Scott R.K. The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. *Annals of Applied Biology.* 2000. Vol. 137, Issue 2. Pp. 165–177. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2000.tb00048.x

10. Otteson, B.N., Mergoum, M. & Ransom, J.K. Seeding rate and nitrogen management effects on spring wheat yield and yield components. *Agronomy Journal.* 2007. Vol. 99, Issue 6. Pp. 1615–1621. https://doi.org/10.2134/agronj2007.0002

11. Copeland, J.P., Pennington, D., & Singh, M.P. Maximizing winter wheat yield through planting date and seeding rate management. *Crop, Forage & Turfgrass Management.* 2023. Vol. 9, Issue 2. e20240. https://doi.org/10.1002/cft2.20240

12. Поліщук В.В., Притула Ю.М. Вплив норми висіву на формування продуктивності та якості насіння пшениці озимої. *Агробіологія.* 2025. № 1. С. 122–129. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-122-129

13. Колібабчук Т.В., Кузьменко О.В., Зарва О.І., Любич В.В. Урожайність і якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від норми висіву. *Агробіологія.* 2022. № 1. С. 168–178. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-168-178

14. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.

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

REFERENCES:

1. Horash, O.S., Klymyshena, R.I. (2020). Yachmin: upravlinnia pyvovarnoiu yakistiu: monohrafiia [Barley: Brewing Quality Management: Monograph]. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukarnia Ruta». Kamianets-Podilskyi: LLC «Ruta Printing House», 260. [in Ukrainian].

2. Klymyshena, R.I. (2025). Urozhainist zerna yachmeniu yaroho zalezhno vid vplyvu umov vehetatsii za riznykh strokiv sivby ta tekhnolohichnykh faktoriv [Grain yield of spring barley under different conditions of vegetation season, timing of sowing, and technological factors]. *Novitni ahrotekhnolohii. Advanced Agritechnologies,* 13(2). https://doi.org/10.47414/na.13.2.2025.339672 [in Ukrainian].

3. Bhatta, M., Eskridge, K.M., Rose, D.J., Santra, D.K., Baenziger, P.S., Regassa, T. (2017). Seeding Rate, Genotype, and Topdressed Nitrogen Effects on Yield and Agronomic Characteristics of Winter Wheat. *Crop Science,* 57(2), 951-963. https://doi.org/10.2135/cropsci2016.02.0103

4. Omara, P., Aula, L., Oyebiyi, F., Raun W.R. (2019). World Cereal Nitrogen Use Efficiency Trends: Review and Current Knowledge. *Agrosystems, Geosciences & Environment,* 2(1), 1-8. https://doi.org/10.2134/age2018.10.0045

5. Fageria, N.K., Baligar, V.C. (2005). Enhancing N use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy,* 88, 97–185. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)88004-6

6. Sharma, S., Kaur, G., Singh, P., Alamri, S., Kumar, R., Siddiqui, M.H. (2022). Nitrogen and potassium application effects on productivity, profitability and nutrient use efficiency of irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.). *PLoS ONE,* 17(5): e0264210. https://doi.org/10.1371/journal.

7. Naqeebullah, Manzoor, D., Kaleri, A.A., Kakar, K., Sadiqa, A., Islam, M., Musawwir, A., Ullah, Z., Jamali, A., Sadiq, M., Adil, S. (2024). Effects of phosphorus application rate on the growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). *Pak-Euro Journal of Medical and Life Sciences,* 7(2), 151-158. https://doi.org/10.31580/pjmls.v7i2.3020

8. Wanga, N., Zhipin, Ai., Zhang, Q., Leng, P., Qiao, Y., Li, Z., Tian, C., Cheng, H., Chen, G., Li, F. (2024). Impacts of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) fertilizers on maize yields, nutrient use efficiency, and soil nutrient balance: Insights from a long-term diverse NPK omission experiment in the North China Plain. *Field Crops Research,* 318: 109616. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109616

9. Whaley, J.M., Sparkes, D.L., Foulkes, M.J., Spink, J.H., Semere, T., Scott R.K. (2000). The physiological response of winter wheat to reductions in plant density. *Annals of Applied Biology,* 137(2), 165–177. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2000.tb00048.x

10. Otteson, B.N., Mergoum, M., Ransom, J.K. (2007). Seeding rate and nitrogen management effects on spring wheat yield and yield components. *Agronomy Journal,* 99(6), 1615–1621. https://doi.org/10.2134/agronj2007.0002

11. Copeland, J.P., Pennington, D., Singh, M.P. (2023). Maximizing winter wheat yield through planting date and seeding rate management. *Crop, Forage & Turfgrass Management,* 9(2): e20240. https://doi.org/10.1002/cft2.20240

12. Polishchuk, V., Prytula, Y. (2025). Vplyv normy vysivu na formuvannia produktyvnosti ta yakosti nasinnia pshenytsi ozymoi [Influence of seeding rate on the formation of productivity and quality of winter wheat seeds]. *Ahrobiolohiia. Agrobiology,* 1, 122–129. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2025-195-1-122-129 [in Ukrainian].

13. Kolibabchuk, T., Kuzmenko, O., Zarva, O., Liubych, V. (2022). Urozhainist i yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi zalezhno vid normy vysivu [Yield and quality of soft winter wheat depending on the sowing rates]. *Ahrobiolohiia. Agrobiology,* 1, 168–178. https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-171-1-168-178 [in Ukrainian].

14. Ermantraut, E.R., Prysiazhniuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0 [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package]. Kyiv: Ukrainska akademiia ahrarnykh nauk. Kyiv: Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, 55. [in Ukrainian].

15. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy]. Vinnytsia: PP «TD «Edelveis i K»». Vinnytsia: Private Enterprise «TD «Edelweiss and K»», 332. [in Ukrainian].

Климищена Р.І., Свинар М.М. Урожайність зерна пшениці озимої залежно від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння

Мета досліджень – встановити залежність урожайності зерна пшениці озимої від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння. **Методи.** При проведенні досліджень використано наукові методи: польовий, лабораторний, аналітичний, конкретизації, узагальнення, математичний. Дослідження виконані впродовж 2023-2025 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Правобережного Лісостепу України. Схема досліду: фактор А – варіанти норм мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{75}P_{60}K_{60}$; фактор В – варіанти норм висіву насіння: 300, 350, 400, 450 шт./м^2. Для проведення досліджень використано сорти озимої пшениці Бодицек та Реформ. **Результати.** Представлені результати досліджень впливу норм мінеральних добрив – $N_0P_0K_0$; $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{75}P_{60}K_{60}$ та норм висіву насіння 300, 350, 400, 450 шт./м^2 на рівень урожайності зерна сортів пшениці озимої Бодицек та Реформ. **Висновки.** Доведено залежність рівня урожайності зерна пшениці озимої від впливу норм мінеральних добрив. В середньому по досліду на варіантах $N_0P_0K_0$, $N_{45}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{75}P_{60}K_{60}$ показники відповідно становили для сорту Бодицек – 4,38; 5,64; 6,78; 7,69 т/га, а для сорту Реформ – 4,82; 6,15; 7,26; 8,11 т/га. Встановлено істотний вплив норм висіву на урожайність зерна

пшениці озимої на варіанті без внесення мінеральних добрив. За умови збільшення норми висіву на 100 нас./м² при порівнянні отриманих даних між варіантами 300 та 400 нас./м², а також між 350 та 450 нас./м² урожайність підвищувалася в середньому у сорту Бодицек – на 0,40 т/га та 0,33 т/га, у сорту Реформ – на 0,41 т/га та 0,37 т/га, відповідно. На рівень врожайності зерна пшениці озимої впливу норм висіву на фонах мінерального живлення не виявлено.

Ключові слова: пшениця озима, урожайність зерна, сорти, мінеральні добрива, норми висіву, дисперсійний аналіз.

Klymyshena R.I., Svynar M.M. Grain yield of winter wheat depending on the influence of mineral fertilizers and seeding rates

Purpose. The purpose of the study was to determine the dependence of winter wheat grain yield on the application of mineral fertilizers and seeding rates. **Methods.** The research employed scientific methods including field, laboratory, analytical, specification, generalization and mathematical methods. The study was conducted during 2023–2025 at the Higher educational institution «Podillia State University» under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The experiment design included: factor A – mineral fertilizer rates: $N_0P_0K_0$ (control – no fertilization), $N_{45}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{75}P_{60}K_{60}$; factor B – seeding rates: 300, 350, 400, 450 seeds/m². The winter wheat varieties Bodytsek and Reform were used in the experiment. **Results.** The study presents the effects of mineral fertilizer rates ($N_0P_0K_0$; $N_{45}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{45}K_{45}$; $N_{75}P_{60}K_{60}$) and seeding rates (300, 350, 400, 450 seeds/m²) on the grain yield of the winter wheat varieties Bodytsek and Reform. **Conclusions**. A clear dependence of winter wheat grain yield on mineral fertilizer application rates was established. On average, the yields obtained under treatments $N_0P_0K_0$, $N_{45}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{45}K_{45}$, $N_{75}P_{60}K_{60}$ were 4.38; 5.64; 6.78; and 7.69 t/ha for Bodytsek, and 4.82; 6.15; 7.26; and 8.11 t/ha for Reform, respectively.

A significant effect of seeding rate on grain yield was observed only under the unfertilized treatment. Increasing the seeding rate by 100 seeds/m² resulted in yield increases, when comparing variants 300 vs. 400 seeds/m² and 350 vs. 450 seeds/m²: for Bodytsek – by 0.40 t/ha and 0.33 t/ha, and for Reform – by 0.41 t/ha and 0.37 t/ha, respectively. No significant influence of seeding rates on yield was detected under mineral fertilization.

Key words: winter wheat, grain yield, varieties, mineral fertilizers, seeding rates, analysis of variance.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 631.811
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.10

ГІДРОПОНІКА FLOOD & DRAIN ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КРОПУ АЛІГАТОР В УМОВАХ 4-Ї СВІТЛОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

КОВАЛЬОВ М.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-4421-8960
Центральноукраїнський національний технічний університет
ШЕВЧЕНКО О.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцентка
orcid.org/0000-0002-3098-8940
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
МИХАЙЛОВА Д.О. – викладач спеціальних дисциплін
orcid.org/0009-0003-7114-6883
Кропивницький аграрний фаховий коледж

Постановка проблеми. Світове сільськогосподарське виробництво постійно стикається з викликами, пов'язаними з обмеженістю водних ресурсів, деградацією ґрунтів та необхідністю підвищення продуктивності земельних угідь [1, с. 2327]. У контексті вирощування овочевих культур, зокрема кропу, актуальним є пошук альтернативних методів культивування, які б дозволили оптимізувати використання ресурсів без втрати врожайності та якості продукції.

Традиційне ґрунтове вирощування кропу, незважаючи на свою поширеність, характеризується значними витратами води, схильністю до захворювань, передавання яких відбувається через ґрунт, та неможливістю контролювання ключових параметрів живлення рослин. З іншого боку, гідропонні системи періодичного затоплення (Flood & Drain) являють собою інноваційний підхід до вирощування культур, який забезпечує більш ефективне використання поживних речовин та води [2, с. 200 ;3, с. 48].

Порівняльне дослідження продуктивності кропу сорту Алігатор при вирощуванні в цих двох системах дозволить виявити переваги та недоліки кожного методу, встановити оптимальні умови вирощування та розробити рекомендації для аграріїв щодо вибору найбільш раціональної технології культивування. Це особливо важливо для України, яка має значний потенціал у розвитку овочівництва та може суттєво посилити свої позиції на ринку свіжої продукції завдяки впровадженню сучасних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в галузі сільськогосподарських технологій показують, що ефективність вирощування овочевих культур значною мірою залежить від оптимізації систем зрошення та управління мікробними спільнотами в кореневому середовищі. Як зазначають Kumar та Gopal, місцеві мікроорганізми відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку середовища, сприяючи поліпшенню якості ґрунту та доступності поживних речовин для рослин [4, с. 871].

Багато сучасних досліджень акцентують увагу на важливості крапельного зрошення як ефективного способу доставки води та поживних речовин до коренів рослин. Lyu та колеги продемонстрували, що системи крапельного зрошення впливають на продуктивність та змінюють мікробні спільноти в активних зелених стінах, створюючи сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів [6, с. 122646]. Li та його колеги підтвердили, що крапельне зрошення в поєднанні з правильними агрономічними практиками значно покращує фітоочищення забруднених ґрунтів та впливає на вміст органічної речовини в ґрунті [7, с. 164463].

Поживне крапельне зрошення виявилось перспективним методом не лише для видалення забруднень, а й для управління мікробними спільнотами та поліпшення засвоєння поживних речовин рослинами. Дослідження Wu та колег показали, що такі системи сприяють зміні мікробної структури та поліпшують видалення стійких гідровуглеводнів у забруднених ґрунтах [10, с. 136331].

Мікроорганізми, зокрема бактерії роду *Pseudomonas*, виявляють значний потенціал у підвищенні засвоєння мікроелементів рослинами. D'Incau та його команда продемонстрували, що Pseudomonas putida, яка виробляє піовердин, сприяє підвищеному засвоєнню міді рослинами [9, с. 152113]. Andrade та колеги акцентують на важливості комменсальних облігатних анаеробних бактерій для здоров'я екосистеми та розробки ефективних стратегій їх зберігання та застосування [5, с. 550].

Незважаючи на доступність інформації про окремі аспекти гідропонного та ґрунтового вирощування, порівняльні дослідження продуктивності конкретних сортів овочевих культур, як от крупу Алігатор, при використанні систем періодичного затоплення (Flood & Drain) залишаються недостатньо висвітленими в науковій літературі, що обґрунтовує необхідність проведення даного дослідження.

Мета статті. Мета роботи – розробка оптимальної технології гідропонного вирощування кропу сорту Алігатор в умовах плівкових теплиць 4 світлової зони України та порівняння його продуктивності з традиційним ґрунтовим методом.

Матеріали і методика дослідження. Дослідження проводили у науковій лабораторії «Гідро-

понного вирощування овочів в купольній теплиці» кафедри загального землеробства Центрально-українського національного технічного університету протягом 2019–2024 років. Для досліду було вибрано насіння кропу сорту Алігатор, закуплене в Нідерландах. Насіння було підготовлено до посіву згідно з нормативними вимогами. Повторність досліду – трьохкратна.

Були вивчені кількісні ознаки: висота рослини, довжина листків, кількість листків на рослину, діаметр розетки, маса одної рослини, загальна продуктивність з одиниці площі; фенологічні: час появи сходів, період від сходів до технічної стиглості, період від сходів до зрізу готової продукції [11, с. 38 ;12, с. 42].

Оцінку морфобіометричних показників проводили в три фази розвитку рослини: 1) період появи перших листків; 2) період формування розетки листків; 3) період технічної стиглості та готовності до зрізу. В третій фазі проводили зріс готової продукції та її зважування.

У досліді використовувалися гідропонні системи, побудовані на принципі періодичного затоплення Flood & Drain.

Результати досліджень. При гідропонному вирощуванні кропу використовується спеціальний гідропонний контейнер для вирощування, який вставляється у стандартний ящик (40×60 см), що зазвичай використовується для ґрунтового вирощування. За цим способом використовується система періодичного затоплення: насіння висівається у внутрішній контейнер, який потім наповнюють поживним розчином. Контейнер з посіяним насінням переносять у приміщення для пророщування та укорінення [13, с. 969].

При заміні поживного розчину необхідно слідкувати за його рівнем у внутрішньому контейнері, де він повинен залишатися постійним. Найчастіше у цій системі використовуються контейнери «Балб Фаст», меншою мірою – «Флексі-контейнери».

Дослідження показали, що при використанні системи періодичного затоплення вага рослин та продуктивність збільшуються. При використанні цієї системи відбувається постійна циркуляція води з розчиненими у ній поживними речовинами. Система забезпечує відмінну циркуляцію поживного розчину та постійне насичення киснем кореневої системи.

Однак при циркуляції води у системі зростає небезпека поширення хвороб, у тому числі грибних. Небезпека поширення хвороб значно зменшується при використанні звичайної системи наливу води. Завдяки цій системі кожен контейнер в індивідуальному порядку заповнюється поживним розчином [14, с. 7]. Патогени, якщо вони присутні у певному контейнері, не розносяться по всіх інших контейнерах.

У рамках поставленого досліду було проведено двофакторний дисперсійний аналіз впливу методу вирощування (ґрунтовий та гідропонний) та умов вирощування на кількісні та якісні показники продуктивності кропу сорту Алігатор. Дослід проводився в 3-х повтореннях з метою забезпечення достовірності результатів (табл. 1).

Результати дослідження морфометричних показників демонструють достовірний позитивний вплив гідропонного методу періодичного затоплення Flood & Drain на розвиток вегетативної маси кропу сорту Алігатор. Висота рослин при гідропонному вирощуванні була на 3,8 см більшою порівняно з ґрунтовим методом, що становить приріст на 15,5 %. Це можна пояснити кращою доступністю поживних речовин при постійній циркуляції поживного розчину в гідропонній системі, а також оптимальнішою циркуляцією кисню в кореневій зоні. Крім того, стабільна вологість субстрату при гідропонному вирощуванні сприяє більш інтенсивному розвитку надземної частини рослини [15, с. 158].

Кількість листків, яка є важливим показником потенційної продуктивності, виявилася на 1,4 шт. вищою при гідропонному методі (14,2 проти 12,8 листків). Це свідчить про підвищену активність розвитку листкового апарату та краще асиміляційне навантаження при гідропонному вирощуванні. Листки, сформовані в умовах гідропоніки, мали більші лінійні розміри: довжина найдовшого листка становила 19,5 см порівняно з 17,2 см у ґрунтовому варіанті, а ширина листків була на 0,8 мм більшою. Ці показники свідчать про більш інтенсивний обмін речовин та краще живлення рослин при гідропонному вирощуванні. Діаметр розетки листків також виявився на 1,8 см більшим при гідропонному методі, що безпосередньо впливає на загальну габітус рослини та її естетичні якості. Усі отримані відмінності перевищували рівень істотності ($НІР_{05}$), що підтверджує достовірність результатів.

Результати аналізу продуктивності кропу сорту Алігатор при різних методах вирощування показують суттєву перевагу гідропонної системи періодичного затоплення Flood & Drain (таб. 2).

Маса однієї рослини при гідропонному вирощуванні становила 32,5 г, що на 4,1 г більше, ніж при вирощуванні в ґрунтовому середовищі (28,4 г), що відповідає приросту на 14,4 %.

Така різниця обумовлена кращою забезпеченістю рослин поживними речовинами та оптимальнішим водним режимом при гідропонному вирощуванні. Постійна циркуляція поживного розчину забезпечує стабільне живлення рослин протягом усього періоду вегетації, тоді як при вирощуванні в ґрунті можливі періоди нерівномірного живлення внаслідок коливання вологості ґрунту.

Загальна продуктивність з одиниці площі при гідропонному методі становила 3,8 кг/м², що на 0,6 кг/м² (18,75 %) вище, ніж при ґрунтовому методі (3,2 кг/м²). Це є суттєвим показником економічної ефективності виробництва. Важливо відзначити, що сирий вихід готової продукції при гідропонному вирощуванні досягав 94,2 %, тоді як при ґрунтовому – 89,6 %. Різниця в 4,6 процентних пункти свідчить про кращу якість та меншу втрату при збиранні та обробленні продукції при гідропонному методі. Вихід товарної продукції І класу також був вищим при гідропонному вирощуванні – 87,5 % порівняно з 82,3 % при ґрунтовому методі. Це можна пояснити більш однорідним розвитком рослин та кращим контролем за фітосанітарним станом при гідро-

Таблиця 1 – Морфометричні показники розвитку рослин кропу сорту Алігатор залежно від методу вирощування

Метод вирощування		Морфометричні показники				
		Висота рослини, см	Кількість листків на рослину, шт.	Довжина найдовшого листка, см	Ширина листка, мм	Діаметр розетки, см
Гідропонний метод (Flood & Drain)		28,3 ± 0,8	14,2 ± 0,6	19,5 ± 0,9	8,4 ± 0,3	12,1 ± 0,7
Ґрунтовий метод		24,5 ± 0,7	12,8 ± 0,5	17,2 ± 0,8	7,6 ± 0,2	10,3 ± 0,6
$НІР_{05}$	А	0,36				
	В	0,25				

Таблиця 2 – Показники продуктивності та економічної ефективності вирощування кропу сорту Алігатор

Метод вирощування		Морфометричні показники				
		Маса однієї рослини, г	Продуктивність з м², кг	Сирий вихід готової продукції, %	Вихід товарної продукції І класу, %	Економічна ефективність, грн/м²
Гідропонний метод (Flood & Drain)		32,5 ± 1,2	3,8 ± 0,15	94,2 ± 1,5	87,5 ± 1,8	1540 ± 45
Ґрунтовий метод		28,4 ± 1,0	3,2 ± 0,12	89,6 ± 1,3	82,3 ± 1,6	1280 ± 40
$НІР_{05}$	А	15,39				
	В	18,85				

понному методі. Економічна ефективність, розраховуючи за середніми цінами реалізації продукції, складала 1540 грн/м² при гідропонному методі проти 1280 грн/м² при ґрунтовому, що дає різницю в 260 грн/м² (20,3 % приросту).

Фенологічні дані демонструють значні різниці у темпах розвитку рослин кропу при різних методах вирощування. Період від сходів до появи першого листка при гідропонному вирощуванні становив 5,2 дня, що на 0,6 дня менше, ніж при ґрунтовому методі (5,8 дня). Це свідчить про прискорене проростання насіння при оптимальних умовах вологості та температури, які забезпечує гідропонна система. Період формування розетки при гідропонному методі займав 14,1 дня проти 16,3 днів при ґрунтовому методі, що на 2,2 дня менше (таб. 3).

Таке скорочення вегетаційного періоду є критично важливим для комерційного виробництва, оскільки дозволяє отримати більше циклів вирощування на рік та підвищити загальну продуктивність теплиці.

Загальна тривалість вегетації від сходів до технічної стиглості при гідропонному вирощуванні становила 32,0 дня, що на 3,2 дня менше, ніж при ґрунтовому методі (35,2 дня). Це означає, що при гідропонному методі можна отримати додатковий цикл вирощування кропу приблизно на 10 % за рік, що дає суттєвий економічний ефект. Період технічної стиглості тривав у середньому 3,5 дня при гідропонному методі та 2,8 дня при ґрунтовому методі. Більш довгий період технічної стиглості при гідропонному методі забезпечує більшу гнучкість при плануванні збирання продукції і дозволяє краще синхронізувати розріз з графіком реалізації.

Результати фенологічних спостережень свідчать, що гідропонна система забезпечує прискорене розвиток рослин на всіх етапах вегетації. Це пов'язано з оптимальним забезпеченням рослин поживними речовинами, водою та киснем при постійній циркуляції поживного розчину [16, с. 107]. Крім того, стабільна температура та вологість у гідропонній системі сприяють більш рівномірному та інтенсивному розвитку. Скорочення циклу вирощування на 3,2 дня може здаватися незначним, але при постійному вирощуванні протягом року це забезпечує отримання додаткових урожаїв та підвищує економічну ефективність виробництва. Всі відмінності у фенологічних спостереженнях перевищували рівень істотності ($НІР_{05}$), що підтверджує достовірність та надійність отриманих результатів.

Висновки. Проведені дослідження продуктивності кропу сорту Алігатор при вирощуванні в ґрунтовому середовищі та гідропонній системі періодичного затоплення Flood & Drain показали перевагу гідропонного методу за більшістю показників.

Отримані морфометричні показники підтверджують позитивний вплив гідропоніки:

1) Висота рослин та кількість листків були значно вищими (на 15,5 % та 1,4 шт. відповідно) при використанні системи Flood & Drain. Це, ймовірно, пов'язано з кращою доступністю поживних речовин при постійній циркуляції поживного розчину та оптимальною циркуляцією кисню в кореневій зоні. Необхідною умовою для отримання стабільних урожаїв є саме збалансований мінеральний склад та постійна циркуляція кисню [17, с. e0248662].

2) Маса однієї рослини та загальна продуктивність з 1 м² при гідропонному методі були вищими

Таблиця 3 – Фенологічні спостереження та тривалість циклу вирощування кропу сорту Алігатор

Метод вирощування		Морфометричні показники				
		Період від сходів до появи першого листка, дні	Період розформування розетки, дні	Період від сходів до технічної стиглості, дні	Загальна тривалість вегетації, дні	Період технічної стиглості, дні
Гідропонний метод (Flood & Drain)		5,2 ± 0,3	14,1 ± 0,6	32,0 ± 0,8	32,0 ± 0,8	3,5 ± 0,2
Ґрунтовий метод		5,8 ± 0,3	16,3 ± 0,7	35,2 ± 0,9	35,2 ± 0,9	2,8 ± 0,2
$НІР_{05}$	А	0,47				
	В	0,57				

на 4,1 г (14,4 %) та 0,6 кг/м^2 (18,75 %) відповідно. Це підтверджує, що сортові особливості (генотип), технологія вирощування та їх взаємодія мають достовірний вплив на продуктивність [18, с. 760].

3) Водночас, вирощування у ґрунті все ж дало рослини з міцнішим стеблом та кращою органолептичною якістю листя, що може бути важливим для певних сегментів ринку.

Гідропонний метод забезпечив скорочення загальної тривалості вегетації на 3,2 дні (з 35,2 днів до 32,0 днів). Це є критично важливим для комерційного виробництва, оскільки дозволяє отримати більше циклів вирощування на рік (приблизно на 10 % більше) та підвищити загальну продуктивність теплиці.

Різниця в економічній ефективності (1540 грн/м^2 проти 1280 грн/м^2) становить 260 грн/м^2 (20,3 % приросту) на користь гідропоніки. Вищий вихід товарної продукції І класу (87,5 % проти 82,3 %) також свідчить про кращий контроль за фітосанітарним станом та більш однорідний розвиток рослин у гідропонній системі.

Висновки підсилюють результати міжнародних досліджень, що вказують на важливість збалансованого живлення та циркуляції кисню та на позитивний вплив інтенсивних технологій, таких як крапельне зрошення (що має схожі принципи доставки поживних речовин), на зміну мікробних спільнот та поліпшення засвоєння поживних речовин [16, 20].

Хоча у світовій літературі є дані про переваги гідропоніки загалом , конкретне порівняння Flood & Drain для кропу сорту Алігатор є недостатньо висвітленим [21, с. 7]. Це дослідження заповнює цю прогалину, надаючи конкретні кількісні показники для вибору технології вирощування в Україні.

Результати мають значну практичну цінність для комерційних тепличних господарств в Україні. Гідропонна технологія Flood & Drain може бути рекомендована як оптимальна для вирощування кропу сорту Алігато**р**, оскільки:

1. Забезпечує вищу врожайність (на 18,75 %) та економічну ефективність (на 20,3 % вища).
2. Скорочує цикл вирощування на понад 3 дні, дозволяючи отримати більше урожаїв за рік.
3. Дозволяє зменшити витрати та вивільнити значні обсяги ґрунту для інших цілей.

Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію режимів освітлення, температури та складу поживного розчину для підвищення продуктивності та якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАННОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Iriti M, Scarafoni A, Pierce S, Castorina G, Vitalini S. Soil Application of Effective Microorganisms (EM) Maintains Leaf Photosynthetic Efficiency, Increases Seed Yield and Quality Traits of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Plants Grown on Different Substrates.* Int J Mol Sci. 2019 May 10; 20 (9):2327. doi: 10.3390/ijms20092327. PMID: 31083418; PMCID: PMC6539765.

2. Ndona R.K., Friedel J.K., Spornberger A., Rinnofner T., Jezik K. Effective micro-organisms (EM): An effective plant strengthening agent for tomatoes in protected cultivation. Biol. Agric. Hortic. 2011; 27: 189–203. doi: 10.1080/01448765.2011.9756647.

3. Safwat, S.M., Matta, M.E. Environmental applications of Effective Microorganisms: a review of current knowledge and recommendations for future directions. *J. Eng. Appl. Sci.* 68, 48 (2021). https://doi.org/10.1186/s44147-021-00049-1

4. Kumar B.L, Gopal D.V. Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. *3 Biotech*. 2015 Dec;5(6):867-876. doi: 10.1007/s13205-015-0293-6. Epub 2015 Apr 4. PMID: 28324402; PMCID: PMC4624139.

5. Andrade, J.C., Almeida, D., Domingos, M., Seabra, C.L., Machado, D., Freitas, A.C., Gomes, A.M., 2020. Commensal obligate anaerobic bacteria and health: production, storage, and delivery strategies. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*. 8, 550. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00550

6. Lyu L, Matheson S, Fleck R, Torpy F.R, Irga P.J. Modulating phytoremediation: How drip irrigation system affect performance of active green wall and microbial community changes. *J Environ Manage*. 2024 Nov; 370: 122646. doi: 10.1016/j.jenvman.2024.122646. Epub 2024 Oct 4. PMID: 39366234.

7. Li N, Jiang L, Li X, Su Y. Enhancing phytoremediation of arsenic-contaminated soil by agronomic practices (drip irrigation and intercropping): Influence of soil organic matter. *Sci Total Environ*. 2023 Sep 15;891:164463. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.164463. Epub 2023 May 27. PMID: 37245811.

8. Jiang L, Li N, Li X, Murati H, Hu Y, Su Y. Phytoremediation of copper-contaminated soils by drip or sprinkling irrigation coupled with intercropping. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023 Jul;30(33):81303-81313. doi: 10.1007/s11356-023-28153-0. Epub 2023 Jun 14. PMID: 37316625.

9. D'Incau E, Lépinay A, Capiaux H, Gaudin P, Cornu J-Y, Lebeau T (2022) Effect of Pseudomonas putida-producing pyoverdine on copper uptake by

Helianthus annuus cultivated on vineyard soils. *Sci Total Environ* 809: 152113. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152113.

10. Wu M., Ma C., Wang D., Liu H., Zhu C., Xu H.. Nutrient drip irrigation for refractory hydrocarbon removal and microbial community shift in a historically petroleum-contaminated soil. *Sci Total Environ*. 2020 Apr 15; 713: 136331. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136331. Epub 2019 Dec 28. PMID: 31955070.

11. Пігуль В. М., Дейнека В. І., & Ващенко В. П. *Методика польового досліду в овочівництві і баштанництві*. Харків: Стиль-Іздат. 2018, 270 с.

12. 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.

13. Khaliq A., Abbasi M. K. and Hussain T. Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*. 2006, 97: 967–972.

14. Etefa O. F., Forsido S. F.. & Kebede M. T. Postharvest Loss, Causes, and Handling Practices of Fruits and Vegetables in Ethiopia: Scoping Review. *Journal of Horticultural Research.* 2022, 30 (1), 1–10. https://doi.org/10.2478/johr-2022-0002.

15. Ковальов М. М. Вплив параметрів кліматозабезпечення на вирощування мікрозелені в умовах плівкової теплиці. *Науковий журнал. Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки.* 2022, Вип. 126 С.153–162. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.21.

16. Ковальов М. М. Вплив іонного складу поживного середовища на вирощування ремонтантних сортів полуниці в гідропонних колонах *Науковий журнал. Таврійський науковий вісник: Сільськогосподарські науки*, 2020. Вип. 116, С. 104–111. DOI https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.13.

17. Walters K. J., Lopez R. G. Modeling growth and development of hydroponically grown dill, parsley, and watercress in response to photosynthetic daily light integral and mean daily temperature. PLOS ONE. 2021. Vol. 16, No. 3. e0248662. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248662

18. Walters K. J., Behe B. K., Currey C. J., Lopez R. G. Historical, Current, and Future Perspectives for Controlled Environment Hydroponic Food Crop Production in the United States. HortScience. 2020. Vol. 55, No. 6. P. 758–767. DOI: 10.21273/HORTSCI14901-20.

19. Nelson M., Langellotto G., Nackley L. Hydro hints: Ebb and flow. Extension Publication EM 9458. Corvallis : Oregon State University Extension Service, 2025. URL: https://extension.oregonstate.edu/catalog/pub/em-9458-hydro-hints-ebb-flow (дата звернення: 04.11.2025).

20. 7 Most Profitable Hydroponic Plants to Grow. GrowGeneration Blog. 2025. August 5. URL: https://blog.growgeneration.com/hydroponics/7-most-profitable-hydroponic-plants/ (дата звернення: 04.11.2025).

21. Jung, A., Szabó, D., Varga, Z., Pék, Z., Vohland, M., & Sipos, L. Spatially scaled and customised daily light integral maps for horticulture lighting design. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 2024 96(1). https://doi.org/10.1080/27685241.2024.2349522

REFERENCES:

1. Iriti, M., Scarafoni, A., Pierce, S., Castorina, G., & Vitalini, S. (2019). Soil application of effective microorganisms (EM) maintains leaf photosynthetic efficiency, increases seed yield and quality traits of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown on different substrates. *International Journal of Molecular Sciences, 20*(9), 2327. https://doi.org/10.3390/ijms20092327

2. Ndona, R. K., Friedel, J. K., Spornberger, A., Rinnofner, T., & Jezik, K. (2011). Effective microorganisms (EM): An effective plant strengthening agent for tomatoes in protected cultivation. *Biological Agriculture & Horticulture, 27*, 189–203. https://doi.org/10.1080/01448765.2011.9756647

3. Safwat, S. M., & Matta, M. E. (2021). Environmental applications of effective microorganisms: A review of current knowledge and recommendations for future directions. *Journal of Engineering and Applied Sciences, 68*, 48. https://doi.org/10.1186/s44147-021-00049-1

4. Kumar, B. L., & Gopal, D. V. (2015). Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. *3 Biotech, 5*(6), 867–876. https://doi.org/10.1007/s13205-015-0293-6

5. Andrade, J. C., Almeida, D., Domingos, M., Seabra, C. L., Machado, D., Freitas, A. C., & Gomes, A. M. (2020). Commensal obligate anaerobic bacteria and health: Production, storage, and delivery strategies. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 8*, 550. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00550

6. Lyu, L., Matheson, S., Fleck, R., Torpy, F. R., & Irga, P. J. (2024). Modulating phytoremediation: How drip irrigation system affect performance of active green wall and microbial community changes. *Journal of Environmental Management, 370*, 122646. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122646

7. Li, N., Jiang, L., Li, X., & Su, Y. (2023). Enhancing phytoremediation of arsenic-contaminated soil by agronomic practices (drip irrigation and intercropping): Influence of soil organic matter. *Science of the Total Environment, 891*, 164463. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164463

8. Jiang, L., Li, N., Li, X., Murati, H., Hu, Y., & Su, Y. (2023). Phytoremediation of copper-contaminated soils by drip or sprinkling irrigation coupled with intercropping. *Environmental Science and Pollution Research International, 30*(33), 81303–81313. https://doi.org/10.1007/s11356-023-28153-0

9. D'Incau, E., Lépinay, A., Capiaux, H., Gaudin, P., Cornu, J.-Y., & Lebeau, T. (2022). Effect of *Pseudomonas putida*-producing pyoverdine on copper uptake by *Helianthus annuus* cultivated on vineyard soils. *Science of the Total Environment, 809*, 152113. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152113

10. Wu, M., Ma, C., Wang, D., Liu, H., Zhu, C., & Xu, H. (2020). Nutrient drip irrigation for refractory hydrocarbon removal and microbial community shift in a historically petroleum-contaminated soil. *Science of the Total Environment, 713*, 136331. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136331

11. Pihul, V. M., Deyneka, V. I., & Vashchenko, V. P. (2018). *Metodyka polovoho doslidu v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Field experiment methodology in

vegetable and melon growing]. Kharkiv: Styl-Izdat, 270 [in Ukrainian].

12. Rozhkov, A. O., Kalenska, S. M., & Puzik, L. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomiyi. Knyha druha. Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen: navchalniy posibnyk* [Research in agronomy. Book two. Statistical processing of agronomic research results: Educational manual]. Kharkiv: Maydan, 298 [in Ukrainian].

13. Khaliq, A., Abbasi, M. K., & Hussain, T. (2006). Effects of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology, 97*, 967–972

14. Etefa, O. F., Forsido, S. F., & Kebede, M. T. (2022). Postharvest loss, causes, and handling practices of fruits and vegetables in Ethiopia: Scoping review. *Journal of Horticultural Research, 30*(1), 1–10. https://doi.org/10.2478/johr-2022-0002

15. Kovalov, M. M. (2022). Vplyv parametriv klimatozabezpechennya na vyroshchuvannya mikrozleni v umovakh plivkovoyi teplytsi [Influence of climate control parameters on microgreen cultivation in film greenhouse conditions]. *Naukovyy zhurnal. Tavriyskyy naukovyy visnyk: Silskohospodarski nauky, 126*, 153–162. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.21 [in Ukrainian].

16. Kovalov, M. M. (2020). Vplyv ionnoho skladu pozhyvnoho seredovyshcha na vyroshchuvannya remontantnykh sortiv polunytsi v hidroponhykh kolonakh [Influence of ionic composition of nutrient medium on cultivation of remontant strawberry varieties in hydroponic columns]. *Naukovyy zhurnal. Tavriyskyy naukovyy visnyk: Silskohospodarski nauky, 116*, 104–111. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.13 [in Ukrainian].

17. Walters, K. J., & Lopez, R. G. (2021). Modeling growth and development of hydroponically grown dill, parsley, and watercress in response to photosynthetic daily light integral and mean daily temperature. PLOS ONE, 16(3), e0248662. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248662

18. Walters, K. J., Behe, B. K., Currey, C. J., & Lopez, R. G. (2020). Historical, Current, and Future Perspectives for Controlled Environment Hydroponic Food Crop Production in the United States. HortScience, 55(6), 758–767. https://doi.org/10.21273/HORTSCI14901-20

19. Nelson, M., Langellotto, G., & Nackley, L. (2025). Hydro hints: Ebb and flow (Extension Publication EM 9458). Oregon State University Extension Service. URL: https://extension.oregonstate.edu/catalog/ pub/em-9458-hydro-hints-ebb-flow

20. GrowGeneration. (2025, August 5). 7 Most Profitable Hydroponic Plants to Grow. URL: https://blog.growgeneration.com /hydroponics/7-most-profitable-hydroponic-plants/

21. Jung, A., Szabó, D., Varga, Z., Pék, Z., Vohland, M., & Sipos, L. (2024). Spatially scaled and customised daily light integral maps for horticulture lighting design. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 96(1). https://doi.org/10. 1080/ 27685241.2024.2349522

Ковальов М.М., Шевченко О.О., Михайлова Д.О. Гідропоніка Flood & Drain як фактор підвищення врожайності та економічної ефективності кропу алігатор в умовах 4-ї світлової зони України

В статті експериментально досліджено та обґрунтовано особливості росту та розвитку кропу сорту Алігатор в ґрунтовому середовищі та гідропонній системі періодичного затоплення в умовах плівкової теплиці 4 світлової зони України. **Метою** роботи була розробка оптимальної технології гідропонного вирощування кропу сорту Алігатор в умовах плівкових теплиць 4 світлової зони України та порівняння його продуктивності з традиційним ґрунтовим методом. **Методи.** Дослідження проводили у науковій лабораторії Центральноукраїнського національного технічного університету протягом 2019–2024 років. Було проведено двофакторний дисперсійний аналіз впливу методу вирощування (ґрунтовий та гідропонний Flood & Drain) на кількісні та якісні показники продуктивності кропу сорту Алігатор. Вивчалися морфометричні (висота, кількість листків, маса однієї рослини) та фенологічні (тривалість вегетації) показники, а також економічна ефективність. **Результати.** Встановлено достовірний позитивний вплив гідропонного методу Flood & Drain на розвиток кропу. Сорти, вирощені на гідропоніці, мали більшу висоту та вищу продуктивність. Продуктивність: Маса однієї рослини була вищою на 14,4% (32,5 г проти 28,4 г), а загальна продуктивність становила 3,8 кг/м², що на 18,75% вище, ніж при ґрунтовому методі (3,2 кг/м²). Морфометричні показники**:** Висота рослин була на 15,5% більшою, а кількість листків – на 1,4 шт. вищою при гідропонному методі. Економічна ефективність**:** Гідропоніка забезпечила економічну ефективність у 1540 грн/м², що на 20,3% більше (різниця 260 грн/м²). Фенологія**:** Загальна тривалість вегетації скоротилася на 3,2 дня (з 35,2 до 32,0 днів) на користь гідропоніки.

Висновки. Гідропонний метод періодичного затоплення Flood & Drain показав перевагу за більшістю показників, забезпечуючи вищу врожайність та економічну ефективність. Скорочення циклу вирощування дозволяє отримати приблизно на 10% більше урожаїв на рік. Хоча ґрунтовий метод дає рослини з міцнішим стеблом та кращою органолептичною якістю листя , гідропонна технологія Flood & Drain рекомендована як оптимальна для комерційних тепличних господарств в Україні.

Ключові слова: кріп, сорт Алігатор, гідропонна технологія Flood & Drain, висота рослини, продуктивність, дисперсійний аналіз.

Kovalov M.M., Shevchenko O.O., Michailova D.O. Flood & Drain hydroponics as a factor increasing the yield and economic efficiency of alligator dill in the conditions of the 4th light zone of Ukraine

In the article, the peculiarities of the growth and development of Alligator dill in the soil environment and the hydroponic system of periodic flooding in the conditions of the film greenhouse of the 4th light zone of Ukraine were experimentally investigated and substantiated. **Purpose.** The aim of the work was to develop the optimal technology for hydroponic cultivation of dill of the Alligator variety in the conditions of film greenhouses of the 4th light zone of Ukraine and to compare its productivity with the traditional soil method. **Methods.** The research was conducted in the scientific laboratory of the Central Ukrainian National Technical University during 2019–2024. A two-factor variance analysis of the influence of the growing method (soil and hydroponic Flood & Drain) on the quantitative and

qualitative productivity indicators of Alligator dill was conducted. Morphometric (height, number of leaves, weight of one plant) and phenological (vegetation duration) indicators, as well as economic efficiency, were studied. **Results**. A reliable positive influence of the Flood & Drain hydroponic method on the development of dill has been established. Hydroponically grown cultivars were taller and more productive. Productivity: Weight per plant was 14.4% higher (32.5g vs. 28.4g) and total productivity was 3.8kg/m², 18.75% higher than the soil method (3.2kg/m²). Morphometric parameters: The height of the plants was 15.5% higher, and the number of leaves was 1.4 pcs. higher with the hydroponic method. Economic efficiency: Hydroponics provided an economic efficiency of UAH 1,540/m², which is 20.3% more (a difference of UAH 260/m²). Phenology: The total length of growing season was reduced by 3.2 days (from 35.2 to 32.0 days) in favor of hydroponics. **Findings**. The hydroponic method of periodic Flood & Drain showed superiority in most indicators, providing higher yields and economic efficiency. Shortening the growing cycle allows for approximately 10% more harvests per year. Although the soil method produces plants with a stronger stem and better organoleptic quality of the leaves, the Flood & Drain hydroponic technology is recommended as optimal for commercial greenhouse farms in Ukraine.

Key words: dill, Alligator variety, Flood & Drain hydroponic technology, plant height, productivity, dispersion analysis.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 25.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 635.31:631.147:631.674.6 (477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.11

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОРГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ХОЛОДКУ ЛІКАРСЬКОГО ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

КОСЕНКО Н.П. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-0877-6116
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України
КНИШ В.І. – кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
orcid.org/0000-0002-1598-6867
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
КОКОЙКО В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
orcid.org/0000-0002-2528-7920
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. Холодок лікарський**,** спаржа лікарська або аспарагус відноситься до малопоширених делікатесних овочевих рослин [1]. У 2000 році плантації цієї культури у світі було відведено 1,065 млн га, у 2020 році – 1,581 млн га. У 2023 році з площі 1,613 млн га було зібрано 8,594 млн т. Валовий збір молодих пагонів холодку лікарського за 20-ти річний період збільшився вдвічі [2]. Дослідження багатьох вчених є свідоцтвом того, що найбільший вплив на продуктивність, якість товарної продукції мають кліматичні та технологічні прийоми вирощування рослин [3; 4]. Грунтово-кліматичні умови України є сприятливими для вирощування цієї овочевої рослини. Ефективність вирощування ранньої продукції, значною мірою, залежить від генетичних особливостей, скоростиглості, врожайності сорту або гібриду та від технології вирощування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Холодок лікарський (*Aspáragus officinalis* L.) – одна з найбільш стародавніх багаторічних трав'янистих рослин, відноситься до родини Спаржевих *(Asparagaceae*). Як овочеву культуру цю рослину культивують майже на всіх континентах [5]. До країн-лідерів, що є найбільшими виробниками у 2023 році, відносяться Китай (7,441 млн т), Перу (356,7 тис. т) та Мексика (347,29 тис. т). В Європі країнами-лідерами є Німеччина (111,9 тис. т), Італія (51,88 тис. т), Іспанія (44,14 тис. т), Франція (27,34 тис.т). Крупним експортером у Європі є Польща, де площі збільшилися з 204 га (2016 р.) до 2,2 тис. га (2023 р.) [2]. Холодок лікарський відноситься до роздільностатевих дводомних рослин. Підземна частина рослини складається з слабо розгалуженого, потовщеного пагона, що утворює з боків м'ясисті бульби циліндричної форми, де накопичується основна маса пластичних речовин. Після зимового періоду, за збільшення середньодобової температури повітря до 10ºС з бруньок підземного стебла відростають молоді соковиті і ніжні пагони. Їх ріст і розвиток відбувається за рахунок розчинних вуглеводів, які містяться у підземній частині рослини [6]. Стіки (пагони), що знаходяться в шарі грунту без світла етіолізуються, а виходячи на поверхню – зеленіють. В процесі подальшого розвитку пагони грубішають і дерев'яніють. Молоді пагони довжиною 25 см містять: 8–10% сухої речовини, цукрів – 1,8–3,6%, вітамінів: аскорбінової кислоти – 10,4–53,0 мг/100 г (етіоловані пагони) і 90,4–110,6 (зелені пагони), нікотинової кислоти більше 1 мг/100 г, каротину (зелені) – 0,5–2,0 мг/100 г. Також у пагонах містяться вітаміни групи В, аскорбінова і фолієва кислоти, рутин, мінеральні речовини: фосфор, кальцій, калій натрій, магній, йод, марганець, залізо, сірка, мідь, фтор [7]. Всього ідентифіковано 94 сполуки, що належать до різних хімічних класів, таких як: органічні кислоти, амінокислоти, пептиди та похідні, поліфеноли (гідроксикоричні кислоти, флавоноли, лігнани та норлігнани), оксиліпіни та інші. Серед них 74 сполуки вперше описані в цьому овочі [8]. Аспарагінова кислота, що є основною лікарською речовиною холодку лікарського дуже корисна для серцево-судинної системи людини [9] Стероїдні сапоніни мають антиоксидантні, антибактеріальні, антивірусні властивості, сприяють зниженню цукру, шкідливого холестерину в крові людини, підвищують імунітет людини [10].

Успішне промислове виробництво товарних пагонів вимагає значних витрат, специфічних умов навколишнього середовища та методів вирощу-

вання [6]. Для закладення промислових плантацій використовують саджанці гібридів. Багаторічний досвід є свідоцтвом того, що чоловічі гібриди мають більшу продуктивність товарних пагонів [11]. Введення у генотип нових генів з диких видів холодку лікарського може допомогти вирішити існуючі на даний час обмеження рівню врожайності [12]. Селекційні компанії працюють над створенням багатоплоїдних гібридів [13]. У Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні занесені гібриди іноземної селекції ‘Baklim’, ’Grolim’, ’Gijnlim’, ‘Bacchus’, ‘Cumulus’, ‘Prius’, ‘Cygnus’, ‘Erasmus’. Першиий сорт Аржентельська був занесений до Державного реєстру сортів рослин у 1950 році [14].

Мета досліджень. Розроблення основних елементів біологізації технології вирощування нових гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення в умовах Півдня України.

Методи та матеріали досліджень. Дослідження проводили на дослідному полі Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (сел. Наддніпрянське, Херсонська обл.) у 2022–2024 рр. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий слабосолонцюватий середньосуглинковий. Уміст гумусу в орному шарі (0-30 см) складає 2,14%, загального азоту – 2,24%, рухомого фосфору й обмінного калію – відповідно 62 і 323 мг/кг абсолютно сухого ґрунту. Схема досліду: фактор А – гібрид F_1 аспарагусу: 1) ‘Grolim’; 2)’Gijnlim’; 3) ‘Baklim’ селекції Limgroup BV (Нідерланди). Фактор В – внесення добрив: 1) без внесення (контроль); 2) внесення біодобрива Біопроферм. Фактор С – мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою: 1) без мульчування; 2) мульчування гряд. Повторність досліду чотириразова, загальна площа ділянки – 14 м^2, облікова – 10 м^2. Однорічні саджанці були висаджені 20 листопада 2018 р. Схема висаджування саджанців широкорядна, з шириною міжряддя 2,2 м, відстань між рослинами у рядку 20 см. Сучасне біодобриво Біопроферм (рідка форма) отримують методом термофільної ферментації органічних матеріалів і відходів від переробки деревини. Доза внесення біодобрива – 2 л/га разом з поливом після закінчення збору врожаю. Зволоження ґрунту здійснювали за допомогою системи краплинного зрошення. Проливи призначалися за рівня передполивної вологості грунту 70% найменшої вологоємкості (НВ) у шарі грунту 0-100 см. У 2022 році було проведено 9 поливів, норма зрошення за період вегетації рослин становила 1170 м^3/га, у 2023 році – 10 поливів і 1230 м^3/га, у 2024 році – 16 поливів і 2150 м^3/га. Хімічний аналіз пагонів спаржі включав визначення у пагонах вмісту сухої речовини (ДСТУ 7804:2015), загального цукру (ДСТУ 4954:2008), аскорбінової кислоти (ДСТУ 7803:2015), нітратів (ДСТУ 4948:2008).

Результати досліджень. Встановлено, що навесні 2022 року відновили вегетацію 90,0–98,0% рослин (рис. 1).

Збереженість рослин після зими у гібриду Grolim становила 97,0%, у Gijnlim – 94,0%, у Baklim – 92,2%. В умовах 2023 року (п’ятий рік культури) відзначено 77–83% рослин від кількості висаджених саджанців. На ділянках гібриду Grolim збереглося 82,5% рослин, у Gijnlim – 80,0%, у Baklim – 78,5%. Навесні 2024 року (шостий рік культури) відновили вегетацію 73–80% рослин.

Погодні умови (середньодобова температура повітря) мають значний вплив на початок відростання пагонів (збирання врожаю) [15]. В наших дослідженнях в умовах прохолодної весняної погоди 2021 року масове відростання молодих пагонів без мульчування відзначено 28–30 квітня. У 2022 році масове відростання молодих пагонів відзначено 25–28 квітня, у 2023 році – 23–26 квітня, у 2024 році – 20–25 квітня. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування. Масове стеблування рослин без мульчування спостерігалось 18–22 травня, цвітіння – 25-30 травня. Кінець активної вегетації рослин (пожовтіння листків) відмічено 12–18 жовтня.

За даними T. M. Onggo at al. продуктивність рослин значної мірою залежить від віку плантації [16]. Наші дослідження показали, що на четвертий рік вирощування (п’ятий рік культури) врожайність молодих пагонів гібриду ‘Grolim’ становила 2,29–2,75 т/га, ‘Gijnlim’ – 1,99–2,64 т/га, ‘Baklim’ – 2,67–3,17 т/га (табл. 1).

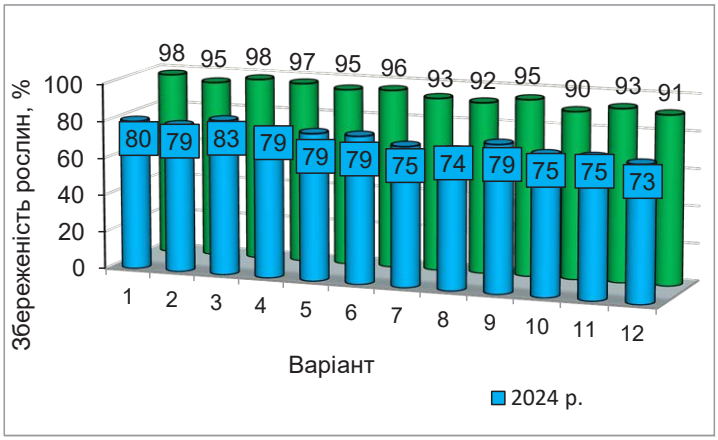

Рис. 1. Збереженість рослин холодку лікарського на початок вегетації, 2022-2024 рр.

Таблиця 1 – Урожайність пагонів гібридів холодку лікарського залежно від внесення добрив і мульчування гряд, 2022–2024 рр.

№ з/п	Гібрид F_1 (фактор А)	Внесення біодобрива (фактор В)	Мульчування рослин (фактор С)	Урожайність по роках досліджень, т/га			
				2022	2023	2024	2022-2024
1	Grolim	без добрив	без мульчування	2,29	3,15	3,65	3,03
2			мульчування	2,55	3,32	3,72	3,20
3		Біопроферм	без мульчування	2,43	3,50	4,00	3,31
4			мульчування	2,75	3,90	4,42	3,69
5	Gijnlim	без добрив	без мульчування	1,99	2,79	3,17	2,65
6			мульчування	2,07	2,93	3,31	2,77
7		Біопроферм	без мульчування	2,37	3,32	3,72	3,14
8			мульчування	2,64	3,69	4,12	3,48
9	Baklim	без добрив	без мульчування	2,67	3,51	3,76	3,31
10			мульчування	2,71	3,60	4,00	3,44
11		Біопроферм	без мульчування	2,90	4,11	4,52	3,84
12			мульчування	3,17	4,44	4,82	4,14
$НІР_{05}$ головних ефектів за фактором А				0,09	0,11	0,14	
$НІР_{05}$ головних ефектів за фактором В				007	0,07	0,08	
$НІР_{05}$ головних ефектів за фактором С				0,05	0,05	0,06	

У 2023 році врожайність гібриду ‘Grolim’ становила 3,15–3,90 т/га, ‘Gijnlim’ – 2,79–3,69 т/га, ‘Baklim’ – 3,51–4,44 т/га. В умовах 2024 року продуктивність була найбільшою у гібриду Baklim, і становила 4,28 т/га, що на 19,6%, а у гібриду Grolim – на 10,3% більше, ніж у гібриду Gijnlim. У середньому за роки досліджень урожайність пагонів гібриду Baklim була 3,68 т/га, у гібриду Grolim – 3,31 т/га, у гібриду Gijnlim – 3,01 т/га. Гібрид Baklim перевищував на 22,3% найменш продуктивний гібрид Gijnlim. Урожайність гібриду Grolim була на 10,0% більше, ніж у гібриду Gijnlim.

Збалансоване живлення рослин має значний влив на формування врожайності. Застосування сучасних біоорганічних препаратів дозволяє отримати суттєве збільшення врожайності холодку лікарського [17] та іншої органічної овочевої продукції [18; 19]. Ці препарати можна використовувати як потенційні агенти біоконтролю в екологічно безпечних технологіях вирощування. Внесення органічних добрив (компосту) та розчинів мікроорганізмів збільшує продуктивність рослин на 4–16% [20] і пригнічує розвиток шкодочинних патогенів [21].

За результатами наших досліджень у 2024 році внесення біодобрива Біопроферм на ділянках усіх гібридів сприяє збільшенню продуктивності рослин на 18,5%. У середньому за роки досліджень внесення біодобрива Біопроферм сприяє збільшенню продуктивності рослин на 16,1%.

У варіантах за мульчування гряд було проведено три збори врожаю на час початку відростання пагонів на варіантах без мульчування. В умовах 2024 року у гібриду Grolim без внесення добрив за перші три збори було отримано 0,8 т/га, що складає 20,2%. Вихід ранньої продукції, що має найвищу ціну реалізації, цього гібриду за внесення біопрепарату становить 0,1 т/га (23,0%). У гібриду Gijnlim без добрив за перші три збори була отримано 0,70 т/га, що складає 19,6%. Вихід ранньої продукції цього гібриду за внесення біопрепарату становить 21,7%. Загалом мульчування гряд чорною плівкою підвищує врожайність товарних пагонів у середньому за роки досліджень на 7,5%.

За результатами досліджень розрахована математична модель, що показує залежність урожайності від внесення біопрепарату та мульчування гряд чорною поліетиленової плівкою, і виражається рівнянням регресії: $Y=0{,}033x_1+0{,}016x_2+0{,}48$, де Y– урожайність погонів, т/га; x_1 – внесення біопрепарату, x_2 – мульчування грунту. Для гібриду Gijnlim: $Y=0{,}029x_1+0{,}011x_2+0{,}52$. Для гібриду Baklim: $Y=0{,}027x_1+0{,}014x_2+0{,}47$. Проведений нами кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних показав, що простежується прямопропорційна корелятивна залежність між урожайністю і кількістю стебел на кінець вегетації у попередньому році: коефіцієнт кореляції становив відповідно R=0,66-0,71 (рис. 2).

Аналіз біохімічного складу товарних пагонів показав, що вміст сухої речовини у пагонах гібриду ‘Grolim’ складав 7,34–7,65%, ‘Gijnlim‘– 7,78–8,02%, ‘Baklim’ – 8,25–8,61%. Вміст загального цукру становив відповідно 2,46-2,80; 2,61-2,83; 2,34-2,43%. У товарних пагонах гібриду ‘Grolim’ аскорбінової кислоти містилося 21,94–23,46 мг/100 г, у ‘Gijnlim’– 16,39–16,95 мг/100 г, ‘Baklim’ – 14,58–15,18 мг/100 г. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид ‘Baklim’ – 8,38%. За вмістом загального цукру (2,72%) і аскорбінової кислоти (22,71 мг/100 г) кращим був гібрид ‘Grolim’. Для всіх гібридів, що досліджувались внесення біодобрива сприяє збільшенню вмісту сухої речовини на 0,16%.

Висновки. За результатами трирічних досліджень встановлено, що гібриди ‘Grolim’, ‘Gijnlim’, ‘Baklim’ мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Урожайність товарних пагонів значною мірою залежить від віку плантації. Серед досліджуваних гібридів найбільшою продуктивністю виділився ‘Baklim’, який на 22,3% перевищує гібрид ‘Gijnlim’. Внесення біодобрива Біопроферм сприяє

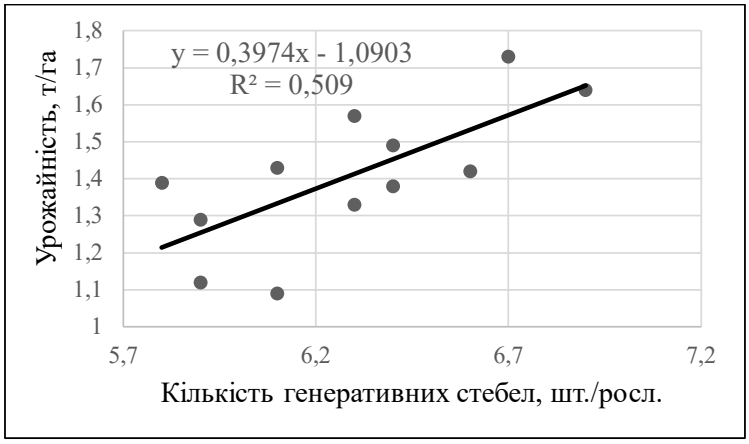

Рис. 2. Залежність між урожайністю пагонів і кількістю генеративних стебел, сформованих рослинами на кінець вегетації, 2022 р.

збільшенню продуктивності усіх гібридів на 16,1%. Мульчування гряд чорною поліетиленовою плівкою дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування. Найбільшим вмістом сухої речовини відзначився гібрид 'Baklim', найбільший вміст загального цукру та аскорбінової кислоти був у гібриду 'Grolim'.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lohwasser U., Börner A. Plant genetic resources of asparagus – maintenance, taxonomy and availability. *Acta Horticulture. XIV International Asparagus Symposium.* 2018. P. 1223. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.1

2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations. Agricultural statistics. Asparagus. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize

3. *Asparagus officinalis* (L.): yield and field performance of 10 genotypes cultivated in a semi-arid environment / Marceddu R., Carrubba A., Sarno M., Dinolfo L., Bellone Y., Miceli G. Di. *Acta Horticulturae*. *XIV International Asparagus Symposium.* 2023. P. 1376 https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1376.8

4. Косенко Н. П., Книш В. І., Бондаренко К. О. Продуктивність гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення на Півдні України. *Зрошуване землеробство.* 2024. Вип. 82. С. 36–42. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.6

5. Green and white Asparagus (*Asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue / Pegiou E., Mumm R., Acharya P., de Vos R. C. H., Hall R. D. *Metabolites*. 2020. V. 10(1). P. 17. https://doi.org/10.3390/metabo10010017

6. Carbohydrates and yield physiology of asparagus – A global overview / Wilson D. R., Sinton S. M., Butler R. C., Drost D. T., Paschold P. J., van Kruistum G., Poll J. T. K., Garcin C., Pertierra R., Vidal I. *Acta Horticulturae*. 2008. V. 776. P. 413–428. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.776.54

7. Біологічні особливості і вирощування малопоширених овочів / За ред. О. І. Улянич. Умань : «Візаві», 2018. 278 с.

8. Comprehensive, untargeted, and qualitative RP-HPLC-ESI-QTOF/MS2 metabolite profiling of green asparagus (*Asparagus officinalis*) / Jiménez-Sánchez C., Lozano-Sánchez J., Rodríguez-Pérez C., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. *Journal Food Composition and Analysis*. 2016. V. 46. P. 78–87. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.11.004

9. Jiang J., Batra S., Zhang J. Asparagine: a metabolite to be targeted in cancers. *Metabolites.* 2021. 11(6). P. 402. https://doi.org/10.3390/metabo11060402

10. Extraction and analysis of antioxidant compounds from the residues of *Asparagus officinalis* L. / Fan R., Yuan F., Wang N., Gao Y., Huang Y. *Journal Food ScienceTechnology*. 2015. V. 52. P. 2690–2700. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1360-4

11. Production of "super-males" of asparagus by anther culture and its detection with SSR-ESTs / Regalado E. C., Martín E., Madrid R., Moreno J., Gil J., Encina C. L. Journal *Plant Cell. Tissue Organ Culture.* 2016. V. 124. P. 119–135. https://doi.org/10.1007/s11240-015-0880-6

12. Encina C. L., Regalado J. J. Aspects of In vitro plant tissue culture and breeding of asparagus: A review. *Horticulturae.* 2022. V. 8(439). https://doi.org/10.3390/horticulturae8050439

13. Development and diversity analysis of an hexaploid pre-breeding asparagus population with introgressions from wild relative species / Garcia V., Castro P., Turbet-Delof M., Gil J., Moreno R. *Scientia Horticulturae.* 20 September 2021. V. 287. P. 110273. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110273

14. Державний реєстр сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Київ : Держкомстат України, 2023. 532 с.

15. Косенко Н. П., Бондаренко К. О. Удосконалення елементів біологізації технології вирощування аспарагусу за краплинного зрошення на півдні України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2022. Вип. 3. С. 59–65. https://doi.org/10.31210/visnyk2022.03.07

16. Onggo T. M., Mubarok S. Cultivation of asparagus as an annual crop in the tropics: growth, spear yield and -size of two cultivars harvested at different plant age. *Acta Horticulturae*. *XIV International Asparagus Sympo-*

sium. 2018. P. 1223. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.22

17. Drost D. Asparagus (*Asparagus officinalis* l.) root distribution varies with cultivar during early establishment years. *Horticulturae.* 2023. V. 9. 125. https://doi.org/10.3390/horticulturae9020125

18. Погорєлова В. О. Косенко Н. П. Насіннєва продуктивність сортів томата залежно від схеми посіву та удобрення в умовах Південного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 3(51). С. 37–43. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202002-06

19. How does bio-organic fertilizer combined with biochar affect chinese small cabbage's growth and quality on Newly Reclaimed land? / Wang J., Zhai B., Shi D., Chen A., Liu C. *Plants.* 2024. V. 13(5). P. 598. DOI:10.3390/plants13050598

20. Djalali Farahani-Kofoet R., Häfner F., Feller C. Effect of organic and mineral soil additives on asparagus growth and productivity in replant soils. *Agronomy.* 2023. 13(6). P. 1464. https://doi.org/10.3390/agronomy13061464

21. Elmer W. H. Asparagus decline and replant problem: A look back and a look forward at strategies for mitigating losses. *Acta Horticulturae*. 2018. V. 1223. P. 195–204. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1223.27

REFERENCES:

1. Lohwasser, U., & Borner, A. (2018). Plant genetic resources of asparagus – maintenance, taxonomy and availability. *Acta Horticulture. XIV International Asparagus Symposium,* 1223. DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1223.1

2. FAOSTAT. On-Line Statistical Database of the Food and Agricultural Organization of the United Nations. Agricultural statistics. Asparagus. URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize

3. Marceddu, R., Carrubba, A., Sarno, M., Dinolfo, L., Bellone, Y., & Miceli, G. Di. (2023). *Asparagus officinalis* (L.): yield and field performance of 10 genotypes cultivated in a semi-arid environment. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium,* 1376 DOI:10.17660/ActaHortic.2023.1376.8

4. Kosenko, N. P., Knysh, V.I., & Bondarenko, K.O. (2020). Produktyvnist hibrydiv kholodku likarskoho za kraplynnoho zroshennia na Pivdni Ukrainy [Productivity of asparagus hybrids under drip irrigation in the South of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo*, 82, 36–42. https://doi.org/10.32848/0135-2369.2024.82.6 [in Ukrainian].

5. Pegiou, E., Mumm, R., Acharya, P., de Vos, R. C. H., & Hall, R. D. (2020). Green and white Asparagus (*Asparagus officinalis*): A source of developmental, chemical and urinary intrigue. *Metabolites*, *10(1), 17.* DOI:10.3390/metabo10010017.

6. Wilson, D. R., Sinton, S. M., Butler, R. C., Drost, D. T., Paschold, P. J., van Kruistum, G., Poll, J. T. K., Garcin, C., Pertierra, R., & Vidal, I. (2008). Carbohydrates and yield physiology of asparagus – A global overview. *Acta Horticulturae*, 776, 413–428. DOI:10.17660/ActaHortic.2008.776.54

7. Ulianych, O. I., Vdovenko, S. A., Kovtuniuk, Z. I., Ketskalo, V. V., Slobodianyk, H. Ya., Vorobiova, N. V., Soroka, L. V., & Kravchenko, V. S. (2018). *Biolohichni osoblyvosti i vyroshchuvannia maloposhyrenykh ovochiv. [Biological features and cultivation of rare vegetables].* Uman : Vizavi, 278 [in Ukrainian].

8. Jiménez-Sánchez, C., Lozano-Sánchez, J., Rodríguez-Pérez, C., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2015). Comprehensive, untargeted, and qualitative RP-HPLC-ESI-QTOF/MS2 metabolite profiling of green asparagus (*Asparagus officinalis*). *Journal Food Composition and Analysis,* 46, 78–87 DOI:10.1016/j.jfca.2015.11.004

9. Jiang, J., Batra, S., & Zhang, J. (2021). Asparagine: a metabolite to be targeted in cancers. *Metabolites*, 11(6), 402. DOI: 10.3390/metabo11060402

10. Fan, R., Yuan, F., Wang, N., Gao, Y., & Huang, Y. (2015). Extraction and analysis of antioxidant compounds from the residues of *Asparagus officinalis* L. *Journal Food Science Technology,* 52, 2690–2700. DOI:10.1007/s13197-014-1360-4

11. Regalado, E. C., Martín, E., Madrid, R., Moreno, J., Gil J., & Encina C. L. (2016). Production of "super-males" of asparagus by anther culture and its detection with SSR-ESTs. *Journal Plant Cell. Tissue Organ Culture,* 124, 119–135. DOI: 10.1007/s11240-015-0880-6

12. Encina, C. L., & Regalado, J. J. (2022). Aspects of In vitro plant tissue culture and breeding of asparagus: A review. *Horticulturae,* 8, 439. DOI: 10.3390/horticulturae8050439

13. Garcia, V., Castro P., Turbet-Delof M., Gil J., & Moreno R. (2021). Development and diversity analysis of an hexaploid pre-breeding asparagus population with introgressions from wild relative species. *Scientia Horticulturae*, 287, 110273. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110273

14. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh do poshyrennia v Ukraini [State register of plant varieties suitable for cultivation in Ukraine].* (2023). Kyiv : Derzhkomstat Ukrainy [in Ukrainian].

15. Kosenko, N. P., & Bondarenko, K. O. (2022). Udoskonalennia elementiv biolohizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia asparahusu za kraplynnoho zroshennia na pivdni. [The improvement of biologization elements of the technology of growing asparagus under drip irrigation in the south of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii,* 3, 59–65. DOI: 10.31210/visnyk2022.03.07 [in Ukrainian].

16. Onggo, T. M., & Mubarok, S. (2018). Cultivation of asparagus as an annual crop in the tropics: growth, spear yield and -size of two cultivars harvested at different plant age. *Acta Horticulturae. XIV International Asparagus Symposium*, 1223. DOI: 10.17660/ActaHortic.2018.1223.22

17. Drost, D. (2023). Asparagus (*Asparagus officinalis* l.) root distribution varies with cultivar during early establishment years. *Horticulturae*, 9, 125. DOI:10.3390/horticulturae9020125

18. Higashikawa, F., Silva, C., Carducci, C., Jindo, K., Kurtz, C., De Araújo, E., Sousa, R., & Alves, D. (2023). Effects of the application of biochar on soil fertility status, and nutrition and yield of onion grown in a no-tillage system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69, 212–227. DOI:10.1080/03650340.2021.1978073

19. Wang, J., Zhai, B., Shi, D., Chen, A., & Liu, C. (2024). How does bio-organic fertilizer combined with biochar affect chinese small cabbage's growth and quality on Newly Reclaimed land? *Plants,* 13(5), 598. DOI:10.3390/plants13050598

20. Djalali Farahani-Kofoet, R., Häfner, F., & Feller, C. (2023). Effect of organic and mineral soil additives on Asparagus growth and productivity in replant soils. *Agronomy*, 13(6), 1464. DOI:10.3390/agronomy13061464

21. Elmer, W. H. (2018). Asparagus decline and replant problem: A look back and a look forward at strategies for mitigating losses. *Acta Horticulturae*, 1223, 195–204. DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1223.27

Косенко Н.П., Книш В.І., Шабля О.С., Кокойко В.В. Вплив елементів біологізації технології вирощування на продуктивність холодку лікарського на Півдні України

Мета. Розробити основні елементи біологізації технології вирощування нових гібридів холодку лікарського за краплинного зрошення в умовах Півдня України. **Методи.** Використовували загальнонаукові методи: польовий, лабораторний, вимірювально-розрахунковий, порівняльний, математично-статистичний та системний аналіз. **Результати.** Дослідженнями встановлено, що за грядової технології вирощування на шостий рік культури збереглося 73–80% рослин. Використання чорної поліетиленової плівки для мульчування гряд дозволяє розпочати збір урожаю на 6–8 діб раніше, ніж без мульчування та збільшує надходження ранньої продукції на 19,6–23,0%. На формування продуктивності рослин впливають вік плантації, морфологічні особливості, адаптивний потенціал досліджуваних гібридів, внесення біодобрива. На шостий рік вирощування врожайність молодих пагонів гібриду ‘Grolim’ складала 3,31 т/га, ‘Gijnlim’ – 3,17 т/га, ‘Baklim’ – 4,28 т/га. За результатами кореляційно-регресійного аналізу встановлений тісний зв'язок між висотою та кількістю генеративних пагонів, що сформували рослини на кінець осінньої вегетації і врожайністю товарної продукції у наступному році. Внесення рідкої форми органічного добрива Біопроферм підвищує врожайність на 16,1% та покращує якість товарних пагонів. Найбільший вміст сухої речовини був у пагонах гібриду ‘Baklim’, за вмістом загального цукру та аскорбінової кислоти – у ‘Grolim’. **Висновки.** Досліджувані гібриди ‘Grolim’, ‘Gijnlim’, Baklim мають високий адаптивний потенціал в умовах Півдня України. Найбільшою продуктивністю характеризувався гібрид ‘Baklim’, який на 22,3% перевищує гібрид ‘Gijnlim’. За внесення біодобрива Біопроферм і мульчування рослин чорною поліетиленовою плівкою відзначено найбільшу врожайність пагонів та покращення якості ранньої продукції холодку лікарського.

Ключові слова: холодок лікарський, гібрид, біодобриво, мульчування, урожайність, якість пагонів.

Kosenko N.P., Knych V.I., Shablia O.S., Kokoiko V.V. The effect of biologization technology on the yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.) grown in the south of Ukraine

Purpose. Development of the basic elements of the technology of cultivation of new asparagus hybrids under drip irrigation in the south of Ukraine is the purpose of research. **Methods.** We used general scientific methods: field, laboratory, measurement and calculation, comparative, mathematical-statistical and system analysis. **Results.** The research showed that 73-80% of plants are preserved in the sixth year of cultivation under the ridge technology. The use of black polystyrene mulch for mulching rows in the spring allows the harvest to begin 6-8 days earlier than without mulching. With mulching, the yield of early crops increases by 19.6-23.0%. Plantation age, morphological features, adaptive potential of the tested hybrids, and elements of growing technology have the greatest influence on the formation of plant productivity. In the sixth year of growing, the yield of young spears of hybrid 'Grolim' hybrid was 3,31 t/ha, 'Gijnlim' – 3,17 t/ha, and 'Baklim' – 4,28 t/ha. According to the results of correlation and regression analysis, a connection between the height and the number of generative asparagus shoots at the end of the growing season and the yield of marketable products in the next year was determined. The application of the liquid form of the bio-organic fertilizer (Bioproferm 6 t/ha) increases plant productivity by 16,1% and improves the quality of commercial asparagus spears. The highest amount of dry matter was found in shoots of Bucklim hybrid, and the highest amount of total sugars and ascorbic acid was found in Grolim. **Conclusions.** The studied hybrids Grolim, Gijnlim and Baklim have high adaptive potential in the conditions of southern Ukraine. Baklim hybrid was characterized the highest productivity, which is higher than hybrid Gijnlim by 22,3%. Application of Bioproferm preparation and covering plants with black polyethylene mulch resulted in the highest yield and improved quality of early asparagus products.

Key words: *Asparagus officinalis* L., hybrid, Bioproferm, mulching, yield, quality of spears.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 551.583 (477)
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.12

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГОДНИХ УМОВ 2020-2025 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОКІВ У ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

НОВАК Ж.М. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0009-0005-5046-9370
Уманський національний університет
РЯБОВОЛ Л.О. – доктор сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0001-8988-4874
Уманський національний університет
НОВАК А.В. – кандидат сільськогосподарських наук
orcid.org/0000-0003-3445-9795
Уманський національний університет
СИНЬООК І.В. – аспірант
orcid.org/0009-0001-8380-1879
Уманський національний університет
КУЛИК В.П. – аспірант
orcid.org/0009-0004-3306-0197
Уманський національний університет
НОВАК М.А. – студент магістратури
orcid.org/0009-0007-9837-6602
Уманський національний університет
ЧЕРНИШ Р.І. – студент магістратури
orcid.org/0009-0007-8741-7835
Уманський національний університет

Постановка проблеми. Впродовж останніх десятиріч спостерігаються процеси зміни клімату та підвищення температурного режиму на планеті. Це супроводжується природними катаклізмами, зокрема, тривалою спекою, руйнівними зливами, посухами, паводками, ураганами тощо [1]. Екстремальні температурні максимуми останніми роками б'ють рекорди, а недостатня кількість опадів, яка зазвичай випадає у вигляді злив, що перешкоджає їх оптимальному засвоєнню рослиною, спричиняють значні втрати та недобори врожаю [2].

Стале виробництво сільськогосподарської продукції в умовах зміни клімату можливе за комплексного використання агротехнічних, селекційних, організаційних та меліоративних заходів. Особливого значення набуває створення посухо-, жаро- та солестійких сортів рослин [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основною причиною підвищення температури на планеті, за твердженням низки авторів, [4] є антропогенний чинник. За останні 30 років середня річна температура в Україні зросла на 1°С, зокрема в літній період. У результаті цього посилюються посухи, змінюється наводненість річок та озер, з'являються не характерні для України екстремальні погодні явища. Прогнозується, що у найближчі 20 років температура досягне або перевищить 1,5 °С. Такі кліматичні аномалії позначаються на зміні структури атмосфери, океанів, льодових покривів і поверхні Землі.

Майже половина країн світу в 2024 року зіткнулася з аномальною спекою, що тривала в окремих регіонах два–чотири місяці. Навіть у країнах із помірним кліматом, таких як Великобританія та США, додаткові три тижні спеки стали викликом для інфраструктури і систем охорони здоров'я [2].

За сорокарічними даними, середнє підвищення температури повітря на 1 ℃ знижувало урожайність кукурудзи на 13,5 %, сої – на 8,8 %, рису – на 2,6 %, пшениці – на 5,6 %. Проте за використання посухостійких біотипів негативний вплив на урожайність зменшувався у два–три рази [5].

Kumar, R., & Rani, A. [6] проаналізували результати 77 досліджень, опублікованих впродовж 2015–2024 рр. Встановлено, що зміна клімату суттєво впливає на продуктивність сільськогогосподарських культур, у результаті чого до 2050 року виробництво продуктів харчування у світі знизиться на 14 %, якщо не буде вжито заходів з адаптації рослин до зміни клімату. Підвищити продуктивність аграрної галузі на 10,5 % і прибутковість на 29,4 % в умовах глобального потепління можливо за впровадження кліматично-орієнтованого сільського господарства. Проте реалізація прогорами стикається з низкою перешкод, зокрема, фінансовими обмеженнями і недостатнім розвитком інфраструктури. Пригальмувати процес зміни клімату та знизити його негативний вплив на сільськогосподарське виробництво у світі можливо за поєднання політичних заходів (ціноутворення на викиди вуглецю, кліматичностійкі субсидії та лібералізація торгівлі), технологічних інновацій (точне землеробство, супутниковий моніторинг клімату, системи раннього попередження стихійних лих, ефективне зрошення, ґрунтозахисний обробіток ґрунту, впровадження посухостійких сортів та гібридів сільськогосподар-

ських культур тощо) та підвищення рівня обізнаності з ними аграріїв.

Зміна клімату суттєво впливає на країни Африки. Уганда, Ефіопія та Малаві стикаються з сильними повенями та посухами, що підкреслює необхідність створення систем попередження, які поєднують погодні супутникові дані та моніторинг на рівні громад. Населення Малі і Сенегалу розгорнули роботу з попередження опустелювання територій, закликаючи до відновлення лісів і ощадного землекористування. Сільське господарство Нігерії, Кенії та Малі страждає від посух, що вимагає створення стійких сортів і поліпшення іригації [7]. Для Анголи зміна клімату – не майбутня загроза, а реальність. Тенденція щодо опадів є невизначеною, з тривалішими осушливими періодами та значною кількістю повеней. Населення Анголи на 37 % (11,1 мільйона людей) проживає у сільській місцевості та займається сільським господарством. У Південній Анголі протягом останнього десятиліття спостерігаються сильні та тривалі посухи, умови яких визначаються як найекстримальніші за останні 40 років. У 2021 році понад 3,8 мільйони людей у шести південних провінціях відчували нестачу продовольства, а понад 1,2 мільйони – зіткнулися з нестачею води через посуху. Якщо глобальне потепління буде тривати з такою ж інтенсивністю, то до 2050 року продуктивність сільського господарства може знизитися на 7 % лише через зміну клімату [8].

Антропогенний чинник зміни клімату зменшив світове виробництво сільськогосподарської продукції з 1961 року на 21 %. Підтверджено, що світове сільське господарство стало вразливішим до кліматичних змін, що тривають [9].

Очікується, що це призведе до збільшення частоти, інтенсивності та просторового поширення екстремальних кліматичних явищ, а отже, є ключовою проблемою для виробництва продовольства. Глобальне потепління зумовлюється збільшенням кількості викидів CO_2, тому за прогнозування впливу зміни клімату на сільське господарство використовуються різні моделі, зокрема, високий або низький рівень викидів. Прогнозують, що за поточного рівня викидів ще до третини населення планети можуть зіткнутися з голодом до 2050 р. В окремих постраждалих зонах Південної Азії, кількість продовольства, необхідна для компенсації такого ефекту, втричі перевищує поточні запаси продовольства в регіоні. Лише цілеспрямоване створення запасів продовольства та інші заходи з адаптації рослин можуть допомогти нівелювати розрив у споживанні в умовах екстремальної мінливості клімату [10].

Вчені стверджують, що в умовах глобального потепління ефективність прогнозування посух знижується на 70 %, особливо в Північній Америці, басейні Амазонки, Європі, Східній і Південній Азії та Австралії. Wu H., Su X., Huang S [11] наголошують на необхідність адаптації рослин до зміни клімату, зокрема, посух. Ефективним заходом є створення і впровадження у виробництво посухостійких сортів та гібридів сільськогосподарських культур.

Метою досліджень був аналіз зміни погодних умов, зокрема, температури повітря, кількості опадів і відносної вологості повітря, що спостерігали впродовж 2020–2025 сільськогосподарських років.

Матеріали та методика досліджень. Кліматичні показники навколишнього природного середовища отримано згідно спостережень метеостанції Умань. Типові показники у регіоні встановлено як середні за 30 років – з 1991 до 2020 рік.

Результати досліджень. Впродовж 2020–2025 сільськогосподарських роів кожного літа спостерігали підвищену температура повітря на фоні нерівномірного розподілу кількості опадів (табл. 1, рис. 1).

Середня температура повітря 2020-2021 сільськогосподарського року перевищувала середньобагаторічну норму на 0,4 ℃. Різницю місячних показників у межах 1 ℃ порівняно до норми фіксували у листопаді 2020 р., березні, червні і серпні 2021 р. Теплішим на 1,1–1,8 ℃ до норми був температурний режим грудня та січня 2020 р. Найінтенсивніше перевищення температурних показників спостерігалось у жовтні 2020 р. (на 4,4 ℃) та липні 2021 р. (на 2,3 ℃). Прохолоднішими на 1,4–2,3 ℃ за середньобагаторічні температури були показникилютого, квітня,травня і вересня 2021 року.

Впродовж 2021–2022 сільськогосподарського року лише у березні та липні відхилення температури повітря було в межах ±0,5 ℃ відносно норми (рис. 1, табл. 1). У жовтні 2021 р., квітні, травні та вересні 2022 р. показники були нижчими від середньобагаторічних даних на 0,9–1,4 ℃. Протягом шести місяців за температурним режимом відмічалось перевищення норми у листопаді, грудні, січні, червні та серпні на 1,9; 0,8; 2,1; 1,5 та 1,6 відповідно. Лютий був на 4,1 ℃ тепліший від норми. Середнє за рік перевищення середньобагаторічного показника складало 0,6 ℃.

У 2022–2023 році перевищення температури повітря відносно норми було інтенсивнішим. Квітень був прохолоднішим на 0,9 ℃ від середньобагаторічного показника, травень та липень – максимально наближеними до норми. Усі решта місяців були теплішими. У листопаді 2022 р. і червні 2023 р. температуру повітря фіксували вищою на 0,6–0,9 ℃; а у жовтні та грудні 2022 р. – на 1,4–1,7 ℃. Найбільше перевищення норми відмічено у січні (на 3,6 ℃), лютому (на 2,1 ℃), березні (на 2,6 ℃), серпні (на 2,8 ℃) та вересні (на 3,9 ℃). У середньому 2022–2023 сільськогосподарський рік за температурним режимом був на 1,6 ℃ теплішим від середньобагаторічної норми.

У 2023–2024 сільськогосподарському році кожен характеризувався підвищеними температурами повітря відносно середньобагаторічного показника, лише температура травня майже не відрізнялась від норми. На 2 ℃ зросли показники листопада 2023 р., січня і березня 2024; від 2,2 до 3,0 ℃ – у грудні 2023 р., червні та серпні 2024 р.; на 3,3–3,4 ℃ – у жовтні 2023 р., квітні та липні 2024 р. Температурні мегарекорди спостерігались у лютому та вересні – перевищення середньобагаторічних даних становило, відповідно, 6,5 та 5,2 ℃. У середньому за рік температура повітря була вищою від норми на 3,0 ℃.

Таблиця 1 – Температура повітря та кількість опадів впродовж 2020–2025 років за даними метеостанції Умань

Місяці	Температура повітря , ℃						Кількість опадів, мм					
	СБ*	2020–2021	2021–2022	2022-2023	2023–2024	2024–2025	СБ*	2020–2021	2021–2022	2022–2023	2023–2024	2024–2025
Жовтень	**8,3**	12,7	7,2	10,0	11,7	10,8	**43**	81,5	7,0	10,0	33,5	99,4
Листопад	**2,8**	3,7	4,7	3,7	4,6	2,6	**43**	19,4	21,2	71,8	62,3	45,1
Грудень	**-1,8**	0	-1,0	-0,4	1,2	0,4	**40**	32,6	91,2	53,1	55	61,0
Січень	**-3,4**	-2,3	-1,3	0,2	-1,6	2,1	**38**	59,7	23,9	6,0	29,8	12,4
Лютий	**-2,3**	-3,8	1,8	-0,2	4,2	-3,9	**34**	43,2	7,2	20,5	14,9	7,8
Березень	**2,5**	2	2,0	5,1	4,5	6,7	**36**	32,4	13,4	27,2	39,5	12,5
Квітень	**9,7**	7,4	8,6	8,8	13,0	10,3	**41**	49,9	57,7	129,6	56,2	26,9
Травень	**15,4**	14	14,5	15,4	15,3	13,1	**52**	56,4	22,4	42,4	41,8	101,8
Червень	**19**	19,8	20,5	19,6	21,2	19,3	**81**	104,7	36,3	15,8	58,5	11,2
Липень	**20,9**	23,2	21,0	21,3	24,3	22,4	**68**	89,8	28,1	92,5	17,9	112,3
Серпень	**20,1**	20,3	21,7	22,9	23,1	19,7	**49**	69,9	44,4	12,4	17,7	23,0
Вересень	**14,5**	13	12,6	18,4	19,7	16,2	**61**	16,2	120	4,2	12,1	51,8
Середнє/ сума	**8,8**	9,2	9,4	10,4	11,8	10,0	**586**	656	473	486	439	565

*Примітка: – Середньобагаторічний показник

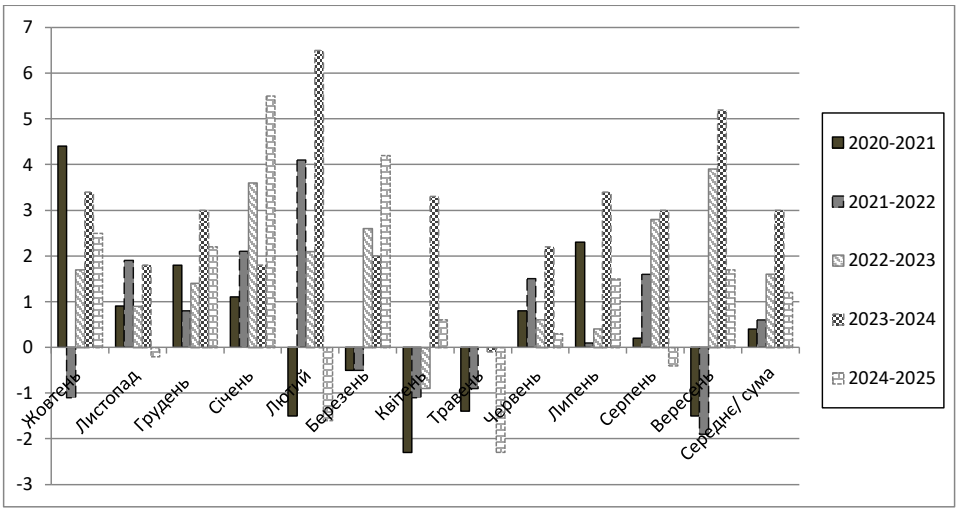

Рис. 1. Динаміка відхилень температури повітря (℃) до середньобагаторічних значень за даними метеостанції Умань, 2021–2025 рр.

Впродовж 2024–2025 сільськогосподарського року наближеними до середньобагаторічної температури повітря з різницею в межах ± 0,6 ℃ були показники листопада 2024 р., квітня, червня і серпня 2025 р. Температура повітря лютого та травня поступалась нормі відповідно на 1,6 і 2,3 ℃. Решта місяців булі теплішими, зокрема, жовтень, грудень 2024 р., липень і вересень 2025 – на 1,5–2,5 ℃. Січень та березень 2025 р. були найтеплішими впродовж п'яти років з показниками 2,1 та 6,7 ℃, що перевищувало середньо багаторічну температуру повітря відповідно на 5,5 і 4,2 ℃.

Отже, впродовж 2020–2021, 2021–2022, 2022–2023, 2023–2024 і 2024–2025 сільськогосподарських років спостерігали підвищення температурного режиму повітря, що в середньому за рік становило, відповідно, 9,2; 9,4; 10,4; 11,8 та 10,0 ℃ (середньобагаторічна норма 8,8 ℃). Загалом, усі сезони були теплішими до норми. Рекордні літні температури відмічено у липні та червні 2024 р. – відповідно, 24,3 та 23,1 ℃.

Взимку спостерігали безморозні періоди – грудень 2020, 2023 і 2024 рр., січень 2023 і 2025, лютий 2022 і 2024 р. Травень був прохолодним у 2021, 2022, 2025 рр.,а в межах норми – у 2023 і 2024 рр.

За кількістю опадів спостерігали переважно зворотну динаміку (рис.2, табл. 1). Найкращим за вологозабезпеченістю серед проаналізованих років, виявився 2020–2021 сільськогосподарський рік. Загальна сума опадів складала 656 мм, перевищуючи норму на 70 мм. У межах 10 мм від середньобагаторічного показника відрізнялись дані грудня

2020 р. і лютого–травня 2021 р. Дефіцит опадів у 23,6 і 44,8 мм відмічено в листопаді 2020 року та вересні 2022 р. Впродовж решти місяців кількість опадів перевищувала норму на 20,9–38,5 мм.

У 2021–2022 р. впродовж дев'яти місяців фіксували нестачу опадів, і лише у грудні, квітні та вересні їх кількість перевищувала норму на 51,2, 16,7 і 59,0 мм, відповідно. Дефіцитом опадів на 51–63 % до середньобагаторічного показника характеризувалися листопад 2021, березень, травень, червень і липень 2022 року. Кількість опадів у ці місяці поступалась нормі на 21,8, 22,6, 29,6, 44,7 і 39,9 мм, відповідно. Ще посушливішими були жовтень 2021 р. та лютий 2022 р., кількість опадів була менша норми на 84 та 79 %, відповідно, або на 36,0 і 26,8 мм. Проте грудень 2021 р. та вересень 2022 р. характеризувалися надмірною кількістю опадів, що перевищувало норму на 128 та 97 %, відповідно, або 51,2 і 59,0 мм. Отже, загалом за сільськогосподарський рік кількість опадів склала 473 мм, поступаючись середньобагаторічному показнику на 113 мм або на 19 %.

У 2022–2023 році спостерігалось чергування посушливих та дощових періодів. Листопад і грудень 2022 р. та квітень і липень 2023 р. характеризувалися вищою кількістю опадів порівняно до норми на 67; 33; 216 та 36 %. При цьому, у квітні кількість опадів склала 129,6 мм, перевершуючи норму більше, ніж в три рази. Решта місяців були посушливими. У жовтні і січні 2022 р., червні, серпні та вересні 2023 р. кількість опадів поступалась нормі на 75 – 84 % або 33,0; 32,0; 65,2 і 36,6 мм, відповідно. Загалом за сільськогосподарський рік випало 486 мм опадів, що менше норми на 100 мм або 17 %.

Протягом восьми місяців 2023–2024 сільськогосподарського року спостерігався дефіцит опадів. У жовтні 2023 р., січні, травні і червні 2024 р. кількість опадів становила 72–80 % від середньобагаторічної норми, поступаючись їй, відповідно, на 9,5; 8,2; 10,2 і 22,5 мм. Нестача опадів у лютому та серпні становила 19,1 і 31,3 мм або 56 та 64 %. Найпосушливішими були липень та вересень, кількість опадів поступалась нормі, відповідно, на 74 і 80 % або 50,1 і 48,8 мм. Більшою кількістю опадів порівняно до норми характеризувались листопад, грудень 2023 та березень і квітень 2024 р., відповідно, на 19,3; 15,0; 3,5 і 15,2 мм або 45; 38; 10 і 37 %. Отже, серед звітних років 2023–2024 сільськогосподарський рік виявився найпосушливішим за сумою опадів (439 мм), що було менше від норми на 147 мм або 25 %.

Дефіцит опадів протягом 2024 – 2025 сільськогосподарського року склав 20,8 мм. Найбільшим він був у червні 2025 р. – 69,8 мм, що згубно впливало на ріст та розвиток більшості видів рослин. Нестачу опадів у межах 14,1–26,2 мм відмічено у січні, лютому, березні, квітні і серпні 2025 р. Проте у жовтні 2024 р., травні та липні 2025 року випала подвійна норма опадів.

Середньобагаторічна відносна вологість повітря (табл.2) становила 76 %, варіюючи за місяцями вегетації від 64 % у червні до 88 % у лютому.

Впродовж 2020–2001 сільськогосподарського року у середньому відносна вологість повітря перевищувала норму на 3 %. Вищою на 5 – 10 % її фіксували у жовтні, листопаді та грудні 2020 р. і у травні–липні та вересні 2021 року. Проте в березні та квітні цей показник поступався нормі на 8–11%.

Наступні роки характеризувалися меншою середньою відносною вологістю повітря на 2–4 %.

У 2021–2022 р. переважна кількість місяців вирізнялися низькими показниками. Найбільшу різницю відмічено у березні та квітні, відповідно, 18 та 14 %.

Підвищена вологість повітря на 5–9 % спостерігалась у жовтні і листопаді 2022 р. У грудні 2022 р., січні, квітні, червні, липні, серпні та вересні 2023 р. вона відрізнялись від норми у межах 5 %, на 12–13 % меншою вона була у травні та березні 2023 р.

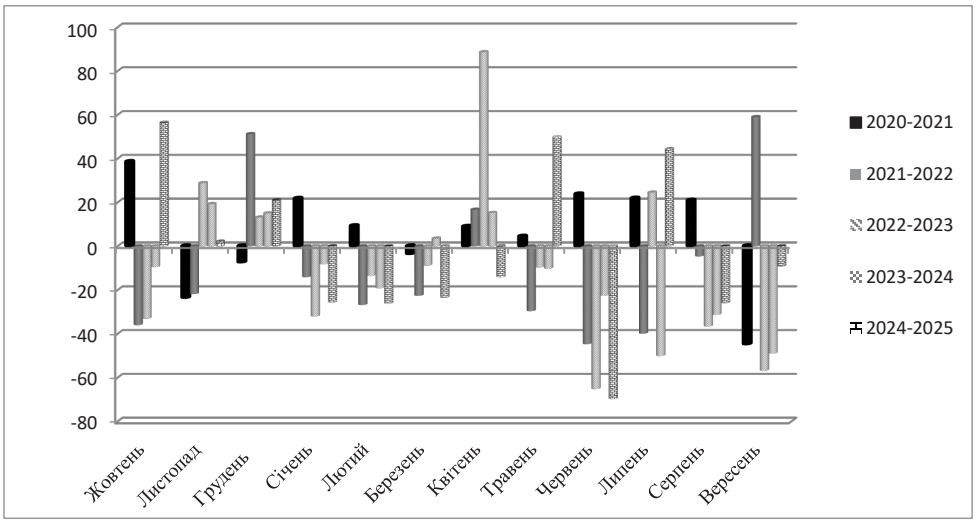

Рис. 2. Динаміка відхилень кількості опадів (мм) до середньобагаторічних значень за даними метеостанції Умань, 2021–2025 рр.

Таблиця 2 – Відносна вологість повітря (%) впродовж 2020–2025 сі сільськогосподарських років за даними метеостанції Умань

Роки	Місяці												
	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	середнє
Середньо-багаторічна	73	80	87	88	86	85	82	68	64	66	67	68	76
2020 – 2021	83	88	93	89	83	77	71	73	73	71	71	74	79
±*	10	8	6	1	-3	-8	-11	5	9	5	4	6	3
2021 – 2022	70	85	88	80	76	67	68	59	64	63	71	94	74
±*	-3	5	1	-8	-10	-18	-14	-9	0	-3	4	26	-2
2022 – 2023	78	89	89	89	81	72	80	56	64	68	65	62	74
±*	5	9	2	1	-5	-13	-2	-12	0	2	-2	-6	-2
2023 – 2024	77	83	88	84	88	76	67	57	69	60	56	56	72
±*	4	3	1	-4	2	-9	-15	-11	5	-6	-11	-12	-4
2024 – 2025	80	80	90	86	74	67	61	74	63	65	63	65	72
±*	7	0	3	-2	-12	-18	-21	6	-1	-1	-4	-3	-4

*Примітка: до середньобагаторічних показників

Найбільшу різницю показників відносної вологості повітря до середньобагаторічної відмічено в 2023 – 2024 сільськогосподарському році. В березні, квітні, травні, серпні і вересні 2024 р. показники були на 9–15% меншими від норми. Тобто, ріст і розвиток більшості сільськогосподарських культур відбувався за зниженої вологості повітря.

У 2024–2025 сільськогосподарському році відносна вологість повітря була меншою норми, хоча загальна кількість опадів перевищувала показники за попередні три роки. Особливо сухим було повітря в лютому, березні та квітні 2025 р. Відносна вологість повітря була на 12–21 % меншою середньобагаторічних даних.

Згубне поєднання підвищених температур, нестачі опадів та низької вологості повітря знижувало продуктивність сільськогосподарських культур. Проте реакція генотипів на природні негативні абіотичні чинники може бути різною. Необхідно створювати та впроваджувати у виробництво посухо-, жаростійкі сорти та гібриди, що здатні протистояти дефіциту вологи та підвищеним температурам природного навколишнього середовища.

Висновки

1. Проведено моніторинг погодних умов (температури повітря, кількості опадів та відносної вологості повітря) впродовж 2020–2025 сільськогосподарських років.

2. Відмічено тенденцію до підвищення температури повітря. Середні річні показники 2020–2025 рр. перевищували норму, відповідно, на 0,4; 0,6; 1,6; 3,0 і 1,2 ℃.

3. Температурні максимуми найчастіше спостерігали впродовж січня, лютого, березня, липня, серпня, вересня і жовтня місяці, натомість травень не перевищував середньобагаторічний показник.

4. Останні чотири роки зменшилась кількість опадів на 21–147 мм та збільшувалась тривалість посушливих і дощових періодів.

5. Відносна вологість повітря у 2020–2021 сільськогосподарському році перевищувала середньо багаторічну норму на 3 %, впродовж 2021–2025 рр. – поступалась їй на 2–4 %.

6. В умовах глобальної зміни клімату гостро постає питання необхідності створення посухо-, жаростійких сортів та гібридів сільськогосподарських культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. IPCC. *Climate Change 2023: Synthesis Report* Geneva: IPCC. 2023. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/ (дата звернення: 24.11.2025).

2. Новак А. В. Агрометеорологічні умови 2023–2024 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань. Збірник наукових праць Уманського національного університету. 2025. Вип. 106. С. 55–65. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-106-1-55-65.

3. Вожегова Р. А. Напрями адаптації галузі рослинництва до регіональних змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ–Миколаїв–Херсон, 2019). 2019. С. 6–8.

4. Формування та реалізація національної екологічної політики України: монографія / за наук. ред. С. О. Лизуна. Суми: Університетська книга, 2017. 336 с. ISBN 978-966-680-637-9.

5. Jägermeyr J., Müller C., Minoli S., Schmid E., Bodirsky B. L., Boero R. et al. A global dataset for the projected impacts of climate change on four major crops. Scientific Data. 2021. № 8(1). 226 p. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01150-7

6. Kumar R., & Rani A. The multifaceted impact of climate change on agricultural productivity: A systematic literature review of SCOPUS-indexed studies (2015–2024). Discover Sustainability. 2025. № 6(1). 229p. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01229-2

7. Mohamed S., Koroma A., Posite R. V., LY A., Tejan Bah A. M., Abdulai A., Kokouvi A. Y., Moutoiwaf B., Kanito D., Achenef D. F. A comprehensive review of climate change adaptation and disaster risk reduction in Africa. Journal of Water and Climate Change. 2025. № 16 (5). P. 1831–1862. DOI: 10.2166/wcc.2025.741. Режим доступу: https://iwaponline.com/jwcc/article/doi/10.2166/wcc.2025.741/107867

8. Andrade R. R., Lopes E. R., & Afonso F. R. Analysis of the impacts of climate change on agriculture in Angola. Agronomy. 2024. № 14 (4). 783 p. https://doi.org/10.3390/agronomy14040783.

9. Ortiz-Bobea A., Ault T. R., Carrillo C. M., Chambers R. G., & Lobell D. B. Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. Nature Climate Change. 2021. № 11. P. 306–312. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1.

10. Hasegawa T., Sakurai G., Fujimori S., Takahashi K., Hijioka Y., & Masui T. Extreme climate events increase risk of global food insecurity and adaptation needs. Nature Food 2021. № 2. P. 587–595.

11. Wu H., Su X., Huang S. et al. Decreasing dynamic predictability of global agricultural drought with warming climate. Nature Climate Change 2025. № 1. P. 411–419. https://doi.org/10.1038/s41558-025-02289-y

REFERENCES:

1. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva: IPCC. 184 p

2. Novak A. V. (2025). Ahrometeorolohichni umovy 2023–2024 silskohospodarskoho roku za danymy meteostantsii Uman. [Agrometeorological conditions of the 2023–2024 agricultural year according to the data of Uman weather station]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu. 2025. № 106. S. 55–65. https://doi.org/10.32782/2415-8240-2025-106-1-55-65 [in Ukrainian].

3. Vozhehova R. A. (2019). Napriamy adaptatsii haluzi roslynnytstva do rehionalnykh zmin klimatu. [Directions for adapting crop production to regional climate changes]. Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vyklyky dlia ahrarnoi nauky ta osvity: materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (Kyiv–Mykolaiv–Kherson). 2019. S. 6–8. [in Ukrainian].

4. Lyzun S. O. (Ed.). (2017). Formuvannia ta realizatsiia natsionalnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy: monohrafiia [Formation and Implementation of the National Environmental Policy of Ukraine (Monograph)]. Sumy: Universytetska Knyha. 2017. 336 s. ISBN 978-966-680-637-9 [in Ukrainian].

5. Jägermeyr J., Müller C., Minoli S., Schmid E., Bodirsky B. L., Boero R., et al. (2021). A global dataset for the projected impacts of climate change on four major crops. Scientific Data. 2021. №8 (1), 226 p. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01150-7

6. Kumar, R., & Rani, A. (2025). The multifaceted impact of climate change on agricultural productivity: A systematic literature review of SCOPUS-indexed studies (2015–2024). Discover Sustainability. 2025. № 6(1), 229p. https://doi.org/10.1007/s43621-025-01229-2

7. Mohamed S., Koroma A., Posite R. V., LY A., Tejan Bah A. M., Abdulai A., Kokouvi A. Y., Moutoiwaf B., Kanito D., Achenef D. F. (2025). A comprehensive review of climate change adaptation and disaster risk reduction in Africa. Journal of Water and Climate Change. 2025. №16 (5): P. 1831–1862. https://doi.org/10.2166/wcc.2025.741

8. Andrade, R. R., Lopes, E. R., & Afonso, F. R. (2024). Analysis of the impacts of climate change on agriculture in Angola. *Agronomy*. 2024. № 14(4), 783 p. https://doi.org/10.3390/agronomy14040783

9. Ortiz-Bobea A., Ault T. R., Carrillo C. M., Chambers R. G., & Lobell D. B. (2021). Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. Nature Climate Change. 2021. № 11. P. 306–312. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01000-1

10. Hasegawa, T., Sakurai, G., Fujimori, S., Takahashi, K., Hijioka, Y., & Masui, T. (2021). Extreme climate events increase risk of global food insecurity and adaptation needs. Nature Food. 2021. № 2. P. 587–595

11. Wu H., Su X., Huang S., et al. (2025). Decreasing dynamic predictability of global agricultural drought with warming climate. Nature Climate Change. 2025. № 15. P. 411–419. https://doi.org/10.1038/s41558-025-02289-y

Новак Ж.М., Рябовол Л.О., Новак А.В., Синьоок І.В., Кулик В.П., Новак М.А., Черниш Р.І. Характеристика погодних умов 2020-2025 сільськогосподарських років у центральному Лісостепу України

У світі спостерігається зміна клімату, що охоплює всі континенти, найкритичнішими наслідками якої є тривалі посухи, що найчастіше спостерігається у регіонах Південної півкулі. Численними дослідженнями у різних регіонах світу фіксуються підвищені температури повітря, що підсилюють негативний ефект дефіциту опадів. У результаті негативної їх дії, сільськогосподарські рослини не можуть у повній мірі реалізувати свій потенціал продуктивності, а аграрії недоотримують врожай.

Метою досліджень є аналіз показників погоди, зокрема, температури повітря, кількості опадів та відносної вологості повітря впродовж 2020–2025 сільськогосподарських років.

Кліматичні показники навколишнього природного середовища впродовж жовтня 2020–вересня 2025 років отримано згідно спостережень метеостанції Умань. Типові показники у регіоні встановлено як середні за 30 років – з 1991 до 2020 рік.

За спостереженнями метеостанції м. Умань впродовж п'яти сільськогосподарських років, середнє перевищення температури понад норму становило відповідно 0,4; 0,6; 1,6; 3,0 і 1,2 ℃. Перевищення температурного режиму порівняно до середньобагаторічної норми спостерігали впродовж січня (2,1–5,5 ℃), лютого (2,1–6,5 ℃), березня (2–4,2 ℃), липня (2,3–3,4 м), серпня (2,8–3,0 ℃), вересня (3,9–5,2 ℃) і жовтня (2,5–4,4 м). Проте травень протягом п'яти років мав стабільні показники.

За роками досліджень спостерігали зменшення кількості опадів відносно середньобагаторчних показників: у 2021–2022 р. на 113 мм, 2022–2023 р.– на 100 мм, 2023–2024 р. – на 147 мм, 2024–2025 р. – на 31 мм. Зафіксовано збільшення тривалості посушливих і дощових періодів.

Середня відносна вологість повітря впродовж останніх чотирьох років поступалась нормі на 2–4 %.

Ці процеси зумовлюють необхідність створення посухостійких сортів і гібридів сільськогосподарських культур.

Ключові слова: температура повітря, кількість опадів, відносна вологість повітря, сільськогосподарський рік

Novak Zh.M., Riabovol L.O., Novak A.V., Syniok I.V., Kulyk V.P., Novak M.A., Chernysh R.I. Characteristics of Weather Conditions in the Central Forest-Steppe of Ukraine During 2020–2025 agricultural years

Climate change is occurring worldwide and affects all continents, with prolonged droughts being among the most critical consequences, particularly frequent in regions of the Southern Hemisphere. Numerous studies conducted in various regions of the world report elevated air temperatures, which intensify the negative effects of precipitation deficit.

As a result of their adverse effects, agricultural plants are unable to fully realize their productive potential, and farmers experience yield losses.

The aim of the study was to analyze weather parameters–specifically air temperature, precipitation, and relative air humidity–during the 2020–2025 agricultural years.

Climatic indicators of the natural environment for the period from October 2020 to September 2025 were obtained based on meteorological observations from the Uman weather station. Typical regional indicators were established as 30-year averages (1991–2020).

According to observations from the Uman meteorological station over the five agricultural years, the mean temperature exceeded the long-term norm by 0.4, 0.6, 1.6, 3.0, and 1.2 °C, respectively. Temperature anomalies relative to the long-term average were recorded in January (2.1–5.5 °C), February (2.1–6.5 °C), March (2.0–4.2 °C), July (2.3–3.4 °C), August (2.8–3.0 °C), September (3.9–5.2 °C), and October (2.5–4.4 °C). May, however, remained stable throughout all five years.

A reduction in precipitation relative to long-term averages was observed in each year of the study: by 113 mm in 2021–2022, by 100 mm in 2022–2023, by 147 mm in 2023–2024, and by 31 mm in 2024–2025. An increase in the duration of both dry and rainy periods was recorded.

The average relative air humidity in the past four years was 2–4% below the climatic norm.

These processes highlight the need to develop drought-tolerant varieties and hybrids of agricultural crops.

Key words: air temperature, precipitation, relative air humidity, agricultural year

Дата першого надходження рукопису
до видання: 14.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.88:582.998.16:631.559:631.5(477.4)
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.13

ТИПИ СУШІННЯ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ *(MATRICARIA CHAMOMILLA L.)* ЗАЛЕЖНО ВІД УМОВ ВЕГЕТАЦІЇ ТА АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ

ПАДАЛКО Т.О. – доцент,
orcid.org/0000-0001-9299-3721
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Ромашка лікарська, Хамоміла обідрана *(Matricaria chamomilla L.)* – рослина родини Айстрових *(Asteraceae)* або Складноцвіті *(Compositae)*, роду Matricaria, яка включає п'ять видів, поширених по всій Європі, Центральній і Південно-Західній Азії, Північній Африці, Західних регіонах Північної Америки. Стебло пряме, порожнисте, може досягати висоти до 60 см. Листя розташоване почергово, має перистороздільну форму. Квіткові кошики утворюються поодинці на стеблах і складаються з двостатевих жовтих трубчастих квіток у центрі та білих пелюсток уздовж країв. Її плід – світло-коричнева сім'янка [10]. Більшість культивованих сортів ромашки лікарської є диплоїдними, але є також тетраплоїдні, що робить їх досить гетерогенними зі значним рівнем мінливості фенотипових ознак.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні та практичні аспекти розвитку технологій сушіння сировини лікарських рослин вивчені в роботах як українських, так і іноземних дослідників: Т.В. Мірзоєва, Я.Д. Ярош, С.В. Філенко, А.О. Аннамухаммедов, І.В. Якубаш, Д. В. Гузик, та інші [1; 4]. Провівши ряд досліджень, М.І. Бахмат, В.І. Овчарук, Т.О. Падалко, наголошують на рекомендованих строках сівби ромашки лікарської, також, щоб знизити пікове навантаження на рослину, під час чергового збору, коли індукується експресія генів, відповідальних за морфогенетичну програму утворення квітки, рекомендовано використання тетраплоїдних сортів для збільшення урожайності та підвищення якості лікарської сировини [10].

Ця широко відома однорічна рослина використовується по всьому світу вже тисячоліттями у харчовій промисловості, стоматології, медицині, а також фармацевтиці й косметології. Її популярність зумовлена доведеними корисними властивостями, зокрема антимікробними, протизапальними, знеболювальними, седативними та антисептичними діями, а також такими ефектами як протидіарейні, антиоксидантні, протиракові та інші. Більшість описаних корисних властивостей, пов’язані з вмістом терпеноїдів і фенолів, серед яких найзначущими є флавоноїди та фенольні кислоти. У складі квіток виявлено понад 120 вторинних метаболітів, включаючи 36 флавоноїдів та 28 терпеноїдів. Хімічні компоненти, такі як α-бісаболол і циклічні ефіри, відомі своїми потужними антимікробними властивостями; умбеліферон має фунгістатичну дію, а хамазулен і α-бісаболол проявляють сильні антисептичні властивості. Більшість цих активних сполук стають доступними для людського організму після екстракції з рослинних тканин. Крім того, загальна якість сушених квіток значною мірою залежить від агротехнологічних умов вирощування та застосованих методів сушіння на продуковану якість [5].

Сушіння є одним із найдавніших та найефективніших методів збереження рослин, який переслідує мету зниження рівня вологості у сировині, забезпечуючи при цьому її якість. Процес сушіння здійснюється різноманітними способами, серед яких можна виділити сушіння під прямим сонячним промінням, у тіні, у традиційних печах, або кліматичних камерах, розпилювальне та сублімаційне сушіння. У кожного з цих методів є свої переваги та недоліки. Найбільш поширеним способом обробки ароматичних і лікарських рослин є сушіння під сонячним світлом або в тіні, однак цей метод супроводжується труднощами в контролі температури та вологості, а також збільшеним ризиком контамінації кінцевого продукту. Наукові дослідження активно вивчають ефективність різних методів сушіння лікарських рослин, зокрема ромашки лікарської, через високу чутливість біоактивних сполук, що містяться в квітах, і їхню низьку концентрацію [7].

Процес сушіння уповільнює ріст мікроорганізмів та пригнічує біохімічні реакції, які можуть впливати на органолептичні властивості та збільшувати термін придатності. Сушіння має вирішальне значення в післязбиральній обробці ромашки лікарської, оскільки воно запобігає ферментативній деградації та обмежує розвиток мікроорганізмів. Відповідні методи сушіння завжди слід вибирати з урахуванням активних речовин, видів рослин та рослинних тканин, де накопичуються активні речовини. Крім того, такі фактори навколишнього середовища, як температура та вологість, неможливо контролювати, і забруднення рослинного матеріалу є більш імовірним. Для зберігання лікарських трав також використовується кілька сучасних методів, включаючи сушіння на сонці з примусовою та природною конвекцією, а також оцінка впливу додавання сітчастого затінення для порівняння з контрольованими умовами (сушіння в електричній печі та сушарці з примусовою конвекцією) [6].

Органічне сільське господарство базується на системах, які уникають застосування синтетичних хімічних пестицидів, добрив, регуляторів росту та інших потенційно шкідливих речовин, воно спрямоване на збереження біологічного розмаїття, підтри-

мання родючості ґрунту та інтеграцію традиційних підходів до вирощування, відповідно до локальних умов [9].

Ромашка лікарська *(Matricaria chamomilla L.)* є ідеальною рослиною для вирощування за екологічними принципами, з огляду на те, що вона добре адаптується до сталої сільськогосподарської практики. У процесі дослідження було дотримано основних принципів такого підходу. Сучасні екологічно чисті методи типів сушіння, серед яких використання кліматичних камер та різних печей, а також традиційні технології, як-от сушіння на сонці або в тіні, передбачали мінімізацію використання невідновлюваних енергоресурсів [8].

В рамках розробки сушіння лікарської сировини, використання сонячного сушіння як сталого та економічно ефективного методу збереження лікарської та поживної цінності ромашки лікарської, сприяло розробці екологічно чистих та енергоефективних технологій сушіння для харчової промисловості та фітотерапії [3].

Більшість рослин містять високий рівень вологи під час збору врожаю через сильну здатність води зв'язуватися з іншими молекулами. Високий рівень вологи створює сприятливі умови для інтенсивного розмноження мікроорганізмів, які стимулюють швидке псування врожаю, що зумовило необхідність проведення процесу сушіння. Сушіння, як відомо, не лише сприяє уповільненню процесів псування, а й оптимізує подальші технологічні операції при переробці сільськогосподарської продукції, тим самим забезпечує продовження терміну її зберігання, збереження харчової та поживної цінності, а також спрощує процеси упаковки та транспортування продукції. За статистичними оцінками, енерговитрати на сушіння сировини становили близько 20–25% від загального енергоспоживання у харчовій промисловості. Крім того, вибір конкретної технології сушіння відіграв ключову роль у забезпеченні високої якості кінцевого продукту, що підкреслив необхідність застосування найбільш ефективного методу для кожного типу продукції [8].

Метою дослідження стало визначення і порівняння впливу типів сушіння на метаболічний профіль квіток ромашки лікарської *(Matricaria chamomilla L.)*, вирощеної з екологічного органічного насіння еліти у зоні Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили в зоні Правобережного Лісостепу України (дослідне поле (ФОП Прудивус), з урахуванням усіх вимог методики дослідної справи. Схема досліду включала фактори: фактор А – сорт: Перлина Лісостепу, Zloty Lan [2], які включені до Державного реєстру сортів рослин України і Польщі, при оптимальній нормі висіву насіння 0,006 тис. схож. нас/га та температурі ґрунту 6 – 8 °С і глибині загортання насіння 0,5 см; фактор В – фон елементів живлення: 1. Без добрив (контроль); фактор С – строк сівби: 1. Осінній: (*15 –18.10; 1 – 3.11; 15 – 18.11*); фактор D – спосіб збору сировини: Ручний одно- та двофазний збір суцвіть; фактор Е – тип сушіння сировини: 1. Сушіння на сонці (температура близько 30 °С впродовж 4 діб), 2. Сушіння в тіні (середня температура 20 °С впродовж 7 діб), 3. Сушіння в електричній сушарці (температура 100 °С впродовж 24 год).

Клімат цього регіону описується як помірно-континентальний. Серед основних кліматичних характеристик зазначається, що середньомісячна температура перевищує 10 °С впродовж понад чотирьох місяців у році, середня температура найтеплішого місяця не перевищує 24 °С, а річна кількість опадів коливається у межах 700–800 мм. Взимку температури можуть опускатися нижче 0 °С, а влітку – перевищувати 30 °С, при цьому середньорічна вологість повітря становить близько 70 % [10].

Була застосована система органічного землеробства. Експериментальні ґрунти забезпечувалися 47,4 м^3/га зрілого високоякісного компосту з нейтральним pH (7,0), достатньою кількістю розчинних аніонів та катіонів, а також помірним рівнем органічних речовин та поживних речовин.

Органічне насіння ромашки лікарської було вісіяно на експериментальному полі загальною площею елементарної ділянки – 50 м^2, а облікової – 25 м^2, з нормою висіву при оптимальній нормі висіву насіння 0,006 тис. схож. нас/га. Перші сходи з'явилися через 7 діб, при цьому густота рослин складала 34 шт/м^2. Дані щодо врожайності були отримані шляхом триразового збору квіткових кошиків, щодо досліджуваних строків сівби. Ручний одно- та двофазний збір суцвіть проводився вручну, після чого вони були доставлені до лабораторії Закладу вищої освіти «Подільський державний університет».

Технологія післязбиральної обробки передбачала кілька етапів, зокрема збирання врожаю, зважування, сушіння, пакування, герметизацію та зберігання. У штучному середовищі підтримувалася середня температура 40 °С і відносна вологість 50 %. У природних умовах середні термодинамічні показники становили 27,0 ± 5,2 °С та 77,4 ± 5,1 %. У кожному з процесів проводився аналіз механізмів масо-енергетичного обміну та дифузії. Зразки квітів вагою 250 г у чотирьох повторностях були випадково відібрані для кожного методу сушіння. Квіткові кошики висушували за різних методів: сушіння на сонці , яке проводився в сонячній сушарці змішаного типу з вбудованими вентиляторами та плоским сонячним повітронагрівачем, де застосовувалася примусова та природна конвекція з використанням вбудованих вентиляторів для сприяння теплопередачі (температура повітря досягала 30 °С) впродовж 4 діб; сітчасте затінення з використанням природної конвекція впродовж одного тижня (кімнатна температура в середньому 20 °С) впродовж 7 діб; електрична сушарка потужністю 1500 Вт з примусовою конвекцією, швидкість повітря 1 мс $^{-1}$, впродовж 24 годин (температура досягала вище 90 °С), (рис.1).

Масу вимірювали за допомогою електричних цифрових терезів (модель HG-5000-діапазон 0-5000 г ± 0,01 г, Японія) щодня для методів сушіння на сонці, в тіні та на повітрі, і щогодини для методів сушіння на сонці та в печі.

Температуру та відносну вологість реєстрували за допомогою реєстратора даних HOBO (модель

Рис. 1. Готова рослинна сировина ромашки лікарської за різних методів сушіння:
1. Сушіння на сонці (температура близько 30 °С впродовж 4 діб),
2. Сушіння в тіні (середня температура 20 °С впродовж 7 діб),
*3. Сушіння в **електричній** сушарці (температура 90 °С впродовж 24 год*

HOBO U12 Temp/RH/Light-Range –20 °С до 70 °С та (05 до 95%) RH, США) щогодини. Вміст вологи у свіжих та сушених рослинах ромашки лікарської визначали за допомогою звичайної лабораторної печі, яку підтримували при температурі 100 °С до досягнення постійної ваги.

Були проведені тричі визначення, а вміст вологи розраховували за рівнянням:

$MC = (M_1 – M_2) / M_3$, де

MC – вміст вологи, % на суху масу

M_1 – маса зразків у вологому стані, (г)

M_2 – суха маса зразків, (г)

M_3 – рівноважна вологість

Результати досліджень. Початковий вміст вологи та активність води у квітках ромашки лікарської становили 81,16 та 0,97 % відповідно. Щодо аналізу кольору, параметри кольору по сортам призвели до позитивних значень – 11,63 та 61,19 відповідно. Ці значення вказують на те, що колір свіжих квіток ромашки лікарської охоплює спектр від світло-коричневого до жовтого. Для решти фізико-хімічних властивостей, аскорбінової кислоти, вмісту жиру та антиоксидантної активності, були виявлені значення 33,48; 0,57 та 93,35 %, відповідно (рис. 2).

Дослідження показали, що висушені зразки візуально відрізнялися за кольором залежно від застосованих методів сушіння. Зразки, висушені на сонці та в тіні, були яскраво забарвленими та нагадували свіжий матеріал. Їхні аромати були легко впізнаваними та інтенсивними. Зразки, висушені при 90 °С, втратили свій природний колір і стали коричневими, а також втратили свій характерний ромашковий аромат (табл. 1).

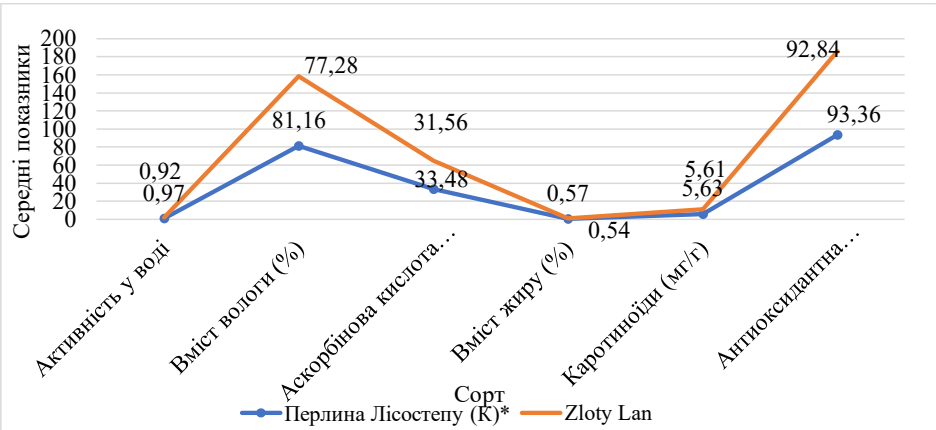

Рис. 2. Фізико-хімічний аналіз свіжих квіток ромашки лікарської *(Matricaria chamomilla L.)*

Таблиця 1 – Фізико-хімічний аналіз сухих квіток ромашки лікарської *(Matricaria chamomilla L.)* **на фоні елементу живлення без добрив, за ручного одно- та двофазного збору суцвіть, строку сівби, типу сушіння сировини (Середнє за 2021 – 2025 рр.)**

Строк сівби (фактор С)		Тип сушіння сировини (*фактор* Е)	Сорт (фактор А)											
			Перлина Лісостепу (К)*						Zloty Lan					
			Активність води (Aw)	Вміст вологи (%)	Аскорбінова кислота (мг/100 г)	Каротиноїди (мг/г)	Вміст ліпідів (%)	Антиоксидантна активність (%)	Активність води (Aw)	Вміст вологи (%)	Аскорбінова кислота (мг/100 г)	Каротиноїди (мг/г)	Вміст ліпідів (%)	Антиоксидантна активність (%)
Осінній	15 – 18.10 (К)*	Сушіння на сонці (К)*	0,49	5,95	42,33	5,51	3,47	89,23	0,44	5,59	36,96	4,18	2,91	88,07
		Сушіння в тіні	0,33	4,00	38,36	4,95	2,98	81,12	0,31	3,85	30,71	3,01	2,44	80,32
		Сушіння в сушарці	0,30	3,88	35,86	4,11	2,34	76,88	0,29	3,12	32,71	3,42	2,24	74,82
	01 – 3.11	Сушіння на сонці	0,42	5,65	40,65	4,73	3,01	85,15	0,40	4,06	38,72	3,99	2,78	84,24
		Сушіння в тіні	0,36	3,90	36,76	4,08	2,56	80,08	0,32	3,02	32,01	3,40	2,04	79,63
		Сушіння в сушарці	0,31	3,28	34,06	3,91	2,04	79,63	0,27	3,02	32,00	3,22	2,00	78,08
	15 – 18.11	Сушіння на сонці	0,38	4,80	39,78	5,89	2,87	82,98	0,32	4,18	37,55	4,60	2,75	80,06
		Сушіння в тіні	0,29	3,71	36,00	4,00	2,11	78,24	0,28	3,00	31,01	3,08	2,00	78,00
		Сушіння в сушарці	0,27	2,88	29,46	3,00	1,74	70,21	0,26	2,72	29,00	2,92	1,63	68,74

Примітка: (К)*- контроль: сорт, строк сівби, тип сушіння

Початкова активність води квіток ромашки лікарської становила 0,97, а кінцеві значення після кожного режиму сушіння коливалися від 0,27 до 0,49. Однак усі експерименти показали значення нижче межі пригнічення росту мікроорганізмів (яка < 0,6). Статистичний аналіз (p = 0,032) виявив значну різницю між дослідами 1, 2 та 3, що відповідало сушінню на сонці, в тіні та сушінню в електричній сушарці при 90 °С відповідно. Дослід 1 показав найвищий вміст вологи (статистично відмінний від решти умов сушіння; p = 0,041); що проводився з використанням сонячної енергії.

Колір можна вважати одним із найважливіших параметрів якості висушеної сировини, і він часто впливає на сприйняття споживачами.

У цьому дослідженні методи сушіння показали незначний вплив на суху біомасу квіткових кошиків. Вміст аскорбінової кислоти був найвищим під час сушіння на сонячній поверхні й становив 42,33 мг/100 г, коли результати можна пояснити зменшенням сонячного опромінення квітів та низькими температурами сушіння, які зазвичай вплинули на вітамін С та його окислення. Вищі концентрації сполуки спостерігалися при використанні електричної сушарки з примусовою конвекцією при 90 °С, що дало вміст 35,86 мг/100 г та 29,00 мг/100 г відповідно, без суттєвих відмінностей між ними, що описує незначну термічну деградацію порівняно з рештою умов сушіння. Вміст каротиноїдів збільшився з 2,92 мг/г до 5,51 мг/г, що вказує на те, що після зневоднення каротиноїди більш доступні. Значне збільшення вмісту жиру сорту Перлина Лісостепу 3,47 %, відповідало типу сушіння в тіні. Як показують результати, початкова антиоксидантна активність квітів ромашки лікарської 89,23 % та 88,07 %, зменшувалася до 70,21 % й 68,74% по сортам осіннього строку сівби *15 – 18.10* до *15 – 18.11,* під час процесів сушіння через термічний та окислювальний вплив, тому максимальне зниження було зафіксовано в електричній печі при 90 °С, що було пов'язано з високими температурами з початку процесу сушіння даного типу.

Висновки. Було проведено порівняльне дослідження для оцінки впливу різних типів сушіння, підкреслюючи їхні переваги для отримання продукту з активністю води та вмістом вологи від 0,26 до 0,49 та 2,72 % до 5,95 % відповідно. Рекомендовані методи типів сушіння в літературі та ті, що використані на практиці, мали відмінності, що підтвердило нагальну потребу в дослідженнях з цієї теми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гузик Д. В., Борщ О. Б., Рибалка А. В. Експериментальні дослідження процесів сушіння лікарських

рослин. *Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання*, 2019. Вип. 30. С. 43–50. http://nbuv.gov.ua/UJRN/votp_2019_30_8.

2. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Міністерство аграрної політики та продовольства України – *Офіційний перелік сортів, придатних для поширення в Україні,* 2024. https://data.gov.ua/dataset/ccf95f4a-8238-4b18-a4d3-002444876325

3. Петрова, Ж., і Слободянюк, К. Розробка енергоефективного режиму сушіння фітоестрогенної рослинної сировини. *Scientific Works*, 2019. *83*(1), 85–91. https://doi.org/10.15673/swonaft.v83i1.1423

4. Якубаш І.В. Автоматичне керування процесом сушіння плодоовочевої сировини в конденсаційній термоелектричній сушарці. Автоматизація технологічних та бізнес-процесів, 2021. *13*(1), 11–17.

5. Abbas, A.M.; Seddik, M.A.; Gahory, A.-A.; Salaheldin, S.; Soliman, W.S. Differences in the Aroma Profile of Chamomile (Matricaria chamomilla L.) after Different Drying Conditions. Sustainability, 2021. 13, 5083. https:// doi.org/10.3390/su13095083

6. Baher M.A. Amer, Klaus Gottschalk, M.A. Hossain, Integrated hybrid solar drying system and its drying kinetics of chamomile. Renewable Energy, 2018. Volume 121. Pages 539-547, https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.01.055.

7. Benković-Lačić, T., Orehovec, I., Mirosavljević, K., Benković, R., Ćavar Zeljković, S., Štefelová, N., Tarkowski, P., & Salopek-Sondi, B. Effect of Drying Methods on Chemical Profile of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flowers. Sustainability, 2023. 15(21), 15373. https://doi.org/10.3390/su152115373

8. Guillén-Velázquez, P., García-Valladares, O., Santos-González, I., Peña-Juárez, M. G., & Domínguez-Niño, A. Impact of Solar Drying Techniques on Bioactive Composition and Antibacterial Activity of Chamomile (Chamaemelum nobile L.). *Journal of food science*, 2025. *90*(11), e70670. https://doi.org/10.1111/1750-3841.70670

9. Lee, S. Y., Ferdinand, V., & Siow, L. F. Effect of drying methods on yield, physicochemical properties, and total polyphenol content of chamomile extract powder. *Frontiers in pharmacology*, 2022. *13*, 1003209. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1003209

10. Tatiana Padalko, Mykola Bakhmat, Tatiana Krachan, Oleg Tkach, Hanna Pantsyreva, Liliya Tkach. Formation of the yield of Matricaria recutita and indicators of food value of Sychorium intybus by technological methods of co-cultivation in the interrows of an orchard. *Journal of Ecological Engineering* (JEE), 2023. Vol, no. 24(8). P. 250 – 259. URL: https: doi: 10.12911/22998993/16655

REFERENCES:

1. Guzyk D. V., Borshch O. B. & Rybalka A. V. (2019). Eksperymentalni doslidzhennia protsesiv sushinnia likarskykh roslyn. [Experimental studies of drying processes of medicinal plants]. *Ventyliatsiia, osvitlennia ta teplohazopostachannia* 30, 43–50 http://nbuv.gov.ua/UJRN/votp_2019_30_8 [in Ukrainian].

2. Derzhavnyj rejestr sortiv roslyn, prydatnykh dlja poshyrennja v Ukrajini u 2024 roci [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2024]. *Ministerstvo aghrarnoji polityky ta prodovoljstva Ukrajiny*. Kyjiv, (499). URL: https://sops.gov.ua› reestr-sortiv-roslin (access date 20.09.2025) [in Ukrainian].

3. Petrova Zh., Slobodyanyuk K. (2019). Rozrobka enerhoefektyvnoho rezhymu sushinnia fitoestrohennoi roslynnoi syrovyny. [Development of an energy-efficient drying regime for phytoestrogenic plant raw materials]. *Naukovi pratsi*. *83*(1), 85–91. https://doi.org/10.15673/swonaft.v83i1.1423 [in Ukrainian].

4. Yakubash I.V. (2021). Avtomatychne keruvannia protsesom sushinnia plodoovochevoi syrovyny v kondensatsiinii termoelektrychnii sushartsi. [Automatic control of the drying process of fruit and vegetable raw materials in a condensation thermoelectric dryer]. *Avtomatyzatsiia tekhnolohichnykh ta biznes-protsesiv* 13(1), 11–17. [in Ukrainian].

5. Abbas, A.M.; Seddik, M.A.; Gahory, A.-A.; Salaheldin, S.; Soliman, W.S. (2021). Differences in the Aroma Profile of Chamomile (Matricaria chamomilla L.) after Different Drying Conditions. *Sustainability.* 13, 5083. https://doi.org/10.3390/su13095083

6. Baher M.A. Amer, Klaus Gottschalk, M.A. (2018). Hossain, Integrated hybrid solar drying system and its drying kinetics of chamomile. *Renewable Energy*. 121, 539–547 https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.01.055

7. Benković-Lačić, T., Orehovec, I., Mirosavljević, K., Benković, R., Ćavar Zeljković, S., Štefelová, N., Tarkowski, P., & Salopek-Sondi, B. (2023). Effect of Drying Methods on Chemical Profile of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Flowers. Sustainability. 15(21), 15373. https://doi.org/10.3390/su152115373

8. Guillén-Velázquez, P., García-Valladares, O., Santos-González, I., Peña-Juárez, M. G., & Domínguez-Niño, A. (2025). Impact of Solar Drying Techniques on Bioactive Composition and Antibacterial Activity of Chamomile (Chamaemelum nobile L*Journal of food science*. *90*(11), e70670. https://doi.org/10.1111/1750-3841.70670

9. Lee, S. Y., Ferdinand, V., & Siow, L. F. (2022). Effect of drying methods on yield, physicochemical properties, and total polyphenol content of chamomile extract powder. *Frontiers in pharmacology*. *13*, 1003209. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.100320910

10. Padalko Tatiana, Bakhmat Mykola, Krachan Tatiana, Tkach Oleg, Pantsyreva Hanna, Tkach Liliya (2023). Formation of the yield of Matricaria recutita and indicators of food value of Sychorium intybus by technological methods of co-cultivation in the interrows of an orchard. *Journal of Ecological Engineering*. (JEE). 24(8), 250 – 259. https: doi: 10.12911/22998993/16655

Падалко Т.О. Типи сушіння лікарської рослинної сировини ромашки лікарської (Matricaria chamomilla L.) залежно від умов вегетації та агротехнічних прийомів

Ромашка лікарська (Matricaria chamomilla L.) широко застосовується в харчовій промисловості, стоматології, фармацевтиці та медицині завдяки цінним властивостям її сировини (суцвіть), яка обумовлена високим вмістом терпеноїдів, флавоноїдів та фенольних кислот. Досліджено вплив різних методів сушіння на метаболічний профіль суцвіть ромашки лікарської, вирощеної за принципами сталого органічного землеробства в зоні Правобережного Лісостепу України. Сушіння проведено з використанням трьох типів: на сонці при температурі

близько 30 ^{0}С впродовж 4 діб, у тіні при температурі 20–25 ^{0}С впродовж 7 діб, у електричній сушарці при температурі 90 ^{0}С впродовж 24 годин. Тип сушіння впливав на колір, аромат, хімічний склад сировини. Зразки, висушені на сонці, показали найвищий вміст поліфенольних сполук та антиоксидантну активність. Обґрунтовано агробіологічні особливості культивування рослин. Тип сушіння на сонці продемонстрували найвищий вміст вітаміну С (42,33 мг/100 г), каротиноїдів (5,51 мг/г) та вмісту жиру (3,47 %), сорту Перлина Лісостепу, отримуючи максимальну концентрацію цих параметрів, при цьому було виявлено, що більший вміст доступний при зменшенні прямого сонячного опромінення. Найбільш суттєва зміна кольору була зафіксована між свіжими квітками ромашки лікарської та квітками, висушеними за допомогою електричної сушарки при температурі 90 °С упродовж 24 годин. Найменші зміни кольору спостерігалися у квіток, що сушилися на сонці та в тіні при заданих параметрах. Дискримінація між зразками на основі хімічних профілів показала подібність між зразками, висушеними на сонці та в тіні, порівняно зі зразками, висушеними за вищих температур. За результатами, початкова антиоксидантна активність квітів ромашки лікарської 89,23 % та 88,07 %, зменшувалася до 70,21 % й 68,74 % по сортам осіннього строку сівби 15 – 18.10 до 15 **–** 18.11, під час процесів сушіння через термічний та окислювальний вплив, тому максимальне зниження було зафіксовано в електричній печі при 90 °С, що було пов'язано з високими температурами з початку процесу сушіння даного типу.

Ключові слова: ромашка лікарська, сорт, строк сівби, тип сушіння, якісні показники.

Padalko T.O. Types of drying of medicinal plant raw materials of chamomile (Matricaria chamomilla L.) depending on vegetation conditions and agrotechnical methods

Chamomile (Matricaria chamomilla L.) is widely used in the food industry, dentistry, pharmacy and medicine due to the valuable properties of its raw material (inflorescences), which are due to the high content of terpenoids, flavonoids and phenolic acids. The effect of different drying methods on the metabolic profile of chamomile inflorescences grown according to the principles of sustainable organic farming in the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine was studied. Drying was carried out using three types: in the sun at a temperature of about 30 0C for 4 days, in the shade at a temperature of 20–25 0C for 7 days, in an electric dryer at a temperature of 90 0C for 24 hours. The type of drying affected the color, aroma, and chemical composition of the raw material. Samples dried in the sun showed the highest content of polyphenolic compounds and antioxidant activity. The agrobiological features of plant cultivation were substantiated. The sun-dried type demonstrated the highest content of vitamin C (42.33 mg/100 g), carotenoids (5.51 mg/g) and fat content (3.47%), with the Perlyna Lisostepu variety obtaining the maximum concentration of these parameters, while it was found that higher content was available with reduced direct solar radiation. The most significant color change was recorded between fresh chamomile flowers and flowers dried using an electric dryer at 90 °C for 24 hours. The smallest color changes were observed in flowers dried in the sun and in the shade at the given parameters. Discrimination between samples based on chemical profiles showed similarities between samples dried in the sun and in the shade compared to samples dried at higher temperatures. According to the results, the initial antioxidant activity of chamomile flowers, 89.23% and 88.07%, decreased to 70.21% and 68.74% for varieties of the autumn sowing period from 15 to 18.10 to 15 to 18.11, during the drying processes due to thermal and oxidative effects, therefore, the maximum decrease was recorded in an electric oven at 90 °C, which was associated with high temperatures from the beginning of the drying process of this type.

Key words: chamomile, variety, sowing date, type of drying, quality indicators.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 28.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.854.78:632:631.67(477)
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.14

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ФІТОПАТОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТУ ТА РОЗВИТОК ХВОРОБ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ПАНФІЛОВА А.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0003-0006-4090
Миколаївський національний аграрний університет
ПИЛИПЕНКО Т.В. – кандидат економічних наук
orcid.org/0009-0004-9776-1988
Державна установа «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук»
ТЕРЕЩЕНКО А.В. – доктор філософії
orcid.org/0000-0001-6698-8697
Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. У Південному Степу, як і на всій території України, впродовж останніх років спостерігається погіршення родючості ґрунту. Це пов'язано зі значним скороченням внесення органічних і мінеральних добрив, що призвело до гальмування процесів відновлення саморегуляції ґрунту [1]. Збереження земельних ресурсів в умовах їхньої активної експлуатації та масового прояву ґрунтово – деградаційних процесів, що порушують цілісність ґрунтового покриву нині залишається надзвичайно актуальним питанням, що потребує розв'язання [2]. Одним із способів покращення показників родючості ґрунту, його мікробіологічного і фітопатологічного стану є використання у технологіях вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. і соняшнику, сучасних біологічних препаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник (*Heliantus annuus* L.) – одна з головних олійних культур в Україні, адже на його частку припадає біля 70% площ посіву всіх олійних культур [3]. Ці площі невиправдано великі, всупереч науково рекомендованим вимогам. Крім цього, вирощування соняшнику відбувається з порушенням технологій та без урахування впливу на врожайність наступних культур і з негативним проявом на агроекологічний стан ґрунту, екологічну безпеку одержаної продукції [4], адже частка соняшнику у структурі посівних площ України найбільша і становить – 21,6% [5]. Саме тому, проблема зміни напрямку розвитку сільського господарства в степових районах України у контексті змін екологічних чинників, клімату, розширення посівів соняшнику та нехтування сівозмінами є актуальною та вимагає негайного вирішення [6].

Вирощування соняшнику (*Heliantus annuus* L.) є прибутковим, попри досить низькі показники середньої урожайності. Однією з основних причин того, що біологічний потенціал соняшнику реалізується менше ніж на 50%, є значне поширення хвороб, які призводять до недобору в середньому 20–25% урожаю (у роки епіфітотій – до 50% і більше), погіршення товарної якості і посівної придатності насіння [7].

Важливим фактором запобігання поширення хвороб рослин є функціонування у ґрунті мікроорганізмів, антагоністів, фітопатогенів. Серед досліджених особливо важливими антагоністами фітопатогенних бактерій і грибів у агроекосистемах є представники родів *Psevdomonas, Bacillus, Trichoderma, Chaetomium* та деякі інші мікроорганізми. Багато вивчених штамів-антагоністів є основою для виготовлення мікробіологічних препаратів для контролю фітопатогенів у агроекосистемах і підвищення продуктивності сільськогосподарських культур [8].

У сучасних умовах ведення сільського господарства в Україні зростає необхідність контролю за фітосанітарним станом посівів. Чільне місце в новітніх екологічно збалансованих технологіях вирощування соняшнику з метою зменшення ураження рослин збудниками хвороб у більшості економічно розвинених країн світу займають біологічні препарати [9].

Мета статті – дослідити вплив біопрепаратів на фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб соняшнику в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили у 2024-2025 рр. в умовах дослідного поля Державної установи «Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук».

Ґрунти дослідної ділянки – чорноземи південні малогумусні пилувато-важкосуглинкові на карбонатному лесі. Глибина гумусового шару 30 см, перехідного – 60 см. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH 6,5-6,8), гідролітична кислотність в межах 2,00-2,52 мг екв. на 100 г ґрунту. Наявність гумусу в орному шарі ґрунту 2,90%. За вмістом рухомих елементів ґрунт характеризується середнім вмістом нітратного азоту (30,0 мг/кг), середнім – рухомого фосфору (100 мг/кг за Чиріковим) і дуже високим – обмінного калію (300,0 мг/кг за Чиріковим).

Клімат території господарства помірно–континентальний, теплий, посушливий, з нестійким сніговим покривом.

Схема досліду включала наступні варіанти:

Фактор А – гібрид: 1. Голкіпер; 2. Азарт; 3. Хорив.

Фактор В – обробка біопрепаратами: 1. Контроль – без застосування біопрепаратів (обробка водою); 2. Біопрепарати (обробка насіння МІКОФРЕНД®-т (7 кг/т); позакореневе підживлення препаратами «Азотофіт-р» (0,5 л/га) та «ХЕЛП-РОСТ® Бор» (2 л/га) двічі в період вегетації (5-6 пар листків; початок стадії «зірочка»).

Агротехніка вирощування соняшнику у досліді була загальноприйнятою для зони Південного Степу України, окрім факторів, що було взято на вивчення. Проведення дослідів супроводжувалось фенологічними спостереженнями та біометричними вимірюваннями, обліками та аналізами за загальноприйнятими методиками.

Результати досліджень. Найважливіша умова родючості та здоров'я ґрунту – це наявність у ньому різних мікроорганізмів. Найоптимальніший варіант для аграріїв – щоб у ґрунті було більше сапротрофів і менше патогенів, більше гіперпаразитів, які можуть паразитувати на збудниках хвороб і таким чином скорочувати їх кількість у ґрунті.

Для поліпшення фітосанітарної ситуації в агроценозах необхідне подальше удосконалення асортименту хімічних засобів захисту рослин за рахунок переходу від використання пестицидів до біологічних препаратів, що будується на основі природних сполук.

За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту після збирання соняшнику гібриду Азарт загальна кількість грибів становила від 60,3 до 125,3 тис. КУО/г ґрунту залежно від року та варіанту досліду (табл. 1).

Частка патогенних грибів в зразках ґрунту у 2024 р. знаходилась в межах від 6,4% до 25,0%, а у 2025 р. – від 4,5 до 27,0% від загальної кількості виділених видів. Вони були представлені 2 видами – *Fusarium oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg.

Серед сапротрофних грибів, часта яких залежно від року вирощування та варіанту досліду коливалася в межах 73,0 – 95,5%, відмічено види із роду *Penicillium (Penicillium waksmanii* Zaleski,); із роду *Rhizopus (Rhizopus stolonifer* (Ehrenberg: Fries) Vuill.); із роду *Arthrinium (Arthrinium phaeospermum* (Corda) M.B. Ellis*);* із роду *Absidia* (*Absidia butleri* Lendn.); із роду *Gliocladium (Gliocladium catenulatum* J.C. Gilman &E.V. Abbott*);* із роду *Mortierella* (*Mortierella alpina* Peyronel); із роду *Aspergillus* (*Aspergillus terreus* Thom,); із роду *Trichoderma (Trichoderma viride* Pers., *Trichoderma harzianum* Rifai) (табл. 2).

Із потенційних токсиноутворюючих видів у досліджуваних зразках ґрунту ідентифіковано *Penicillium canescens, Gliocladium roseum, Aspergillus terreus, Trichoderma harzianum, Fusarium oxysporum*. Частка потенційних токсиноутворюючих видів грибів становила 31,1 – 32,4% від загальної кількості виділених видів у 2024 р. та 17,6 – 39,5% – у 2025 р.

Нашими дослідженнями встановлено, що чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп у отриманих зразках ґрунту була невисокою і варіювала від 0,22 до 5,07 млн КУО/г ґрунту (табл. 3). Загальна кількість бактерій (виявлена на середовищі Звягінцева) у зразках становила 2,41 – 3,56 млн КУО/г ґрунту і найвищою була у варіанті із застосуванням біопрепаратів.

Ступінь збагаченості ґрунтів (згідно шкалою Д. Г. Звягінцева) усіх варіантів досліду педотрофами, оліготрофами, олігонітрофілами та мікроорганізмами, що іммобілізують мінеральні форми азоту був дуже бідний, а мікробіотою, що перетворює переважно органічні сполуки азоту, навпаки, – багатий.

Чисельність оліготрофів, педотрофів, а також мікроорганізмів, що використовують у своєму метаболізмі як органічні, так і мінеральні сполуки азоту вищою на 9,9 – 45,4% була у варіанті з використанням біопрепаратів, чисельність олігонітрофілів і бактерій роду *Azotobacter* також була вищою відповідно на 0,32 і 0,12 млн КУО/г ґрунту у зазначеному варіанті досліду. Кількість спороутворюючих мікроорганізмів (1,47 млн КУО/г ґрунту) була вищою на 0,65 млн КУО/г ґрунту або 44,2% у контрольному варіанті досліду.

Таблиця 1 – Кількісний склад ґрунтової мікобіоти залежно від застосування біопрепаратів

Варіант	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т. ч.				Гриби-антагоністи		Токсиноутворюючі види грибів	
		патогенні види		сапротрофні види					
		тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%	тис. КУО/г ґрунту	%
2024 р.									
Контроль	68,5	17,1	25,0	51,4	75,0	8,2	11,9	21,3	31,1
Біопрепарати	125,3	8,0	6,4	117,3	93,6	9,4	7,5	40,6	32,4
2025 р.									
Контроль	60,3	16,3	27,0	44,0	73,0	7,3	12,1	17,6	29,2
Біопрепарати	119,1	5,4	4,5	113,7	95,5	8,6	7,2	39,5	33,2
Середнє за 2024 – 2025 рр.									
Контроль	64,4	16,7	26,0	47,7	74,0	7,8	12,0	19,5	30,2
Біопрепарати	122,2	6,7	5,5	115,5	94,6	9,0	7,4	40,1	32,8

Таблиця 2 – Родове співвідношення сапротрофної мікобіоти ґрунту залежно від біопрепаратів

Варіант	Всього, тис. КУО/г ґрунту	у т.ч. сапротрофних грибів		із родів, %								
		тис. КУО/г ґрунту	%	*Penicillium*	*Cladosporium*	*Arthrinium*	*Trichoderma*	*Aspergillus*	*Absidia*	*Mortierella*	*Rhizopus*	*Gliocladium*
2024 р.												
Контроль	68,5	51,4	75,0	2,3	17,1	13,8	1,1	10,0	6,8	6,5	11,3	6,1
Біопрепарати	125,3	117,3	93,6	0,0	20,6	23,2	6,3	20,1	5,1	4,3	4,8	9,2
2025 р.												
Контроль	60,3	44,0	73,0	1,8	15,6	14,5	0,0	11,9	4,9	5,2	12,1	7,0
Біопрепарати	119,1	113,7	95,5	0,7	19,8	25,9	8,5	19,6	5,5	3,7	3,2	8,6
Середнє за 2024 – 2025 рр.												
Контроль	64,4	47,7	74,0	2,1	16,4	14,2	0,6	11,0	5,9	5,9	11,7	6,6
Біопрепарати	122,2	115,5	94,6	0,4	20,2	24,6	7,4	19,9	5,3	4,0	4,0	8,9

Таблиця 3 –Чисельність мікроорганізмів основних фізіологічних груп у ґрунті (середнє за 2024 – 2025 рр.), млн КУО/г ґрунту

Група мікроорганізмів		Варіант	
		Контроль	Біопрепарати
Загальна кількість бактерій		2,41	3,56
Оліготрофи		0,53	0,97
Педотрофи		1,00	1,11
Мікроорганізми, які використовують сполуки азоту	мінеральні	0,22	0,38
	органічні	4,18	5,07
Олігонітрофіли		1,17	1,49
Azotobacter		0,18	0,30
Спороутворюючі		1,47	0,82

Загалом, вищу чисельність мікроорганізмів (біогенність ґрунту) виявлено у ґрунтових зразках варіанту біологізації (3,56 млн КУО/г ґрунту), а найменшу – на контрольному варіанті досліду (2,41 млн КУО/г ґрунту).

Фітопатогенний комплекс агроценозів соняшнику в Україні складається з понад 70 патогенних мікроорганізмів. Такі хвороби, як пероноспороз, біла й сіра гниль, фомопсис і альтернаріоз, починають проявлятися на рослинах вже з фази сходів культури. В подальшому на надземних частинах рослин з'являються плямистості різної етіології, у тому числі септоріоз, альтернаріоз, фомоз, іржа, біла, сіра й вугільна гнилі [10, 11, 12, 13]. Шкідливість вище зазначених хвороб проявляється у передчасному відмиранні листків, зниженні продуктивності рослин та погіршенні якості насіння. Однак лише п'ята частина з них призводить не тільки до суттєвого зменшення врожайності соняшнику, але й до повного знищення посівів культури. Значне поширення склеротиніозу соняшнику пов'язане з його вирощуванням у короткоротаційних сівозмінах з культурами, які мають спільних патогенів, здатних зберігатися в ґрунті [10, 11, 12, 13].

Умови навколишнього середовища значно впливають на видовий склад збудників хвороб у посівах соняшнику, інтенсивність їх розвитку та ураження рослин. Найпоширенішими хворобами соняшнику серед грибкових є: склеротиніоз або біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*), альтернаріоз (*Alternaria alternata*), борошниста роса (*Erysiphe cichoracearum* f. helianthi Jacz.), пероноспороз або несправжня борошниста роса (*Plasmopara helianthi* Novot), вертицильозне в'янення (*Verticillium longisporum*), вугільна гниль (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.), ембелізія або чорна плямистість (*Embellisia helianthi* Hansf.), іржа (*Puccinia helianthi*), ризопус або суха гниль (*Rhizopus nodosus* Nam. і *Rhizopus nigricans* Her.), септоріоз (*Septoria helianthi* Ell. et Kell), сіра гниль (*Botrytis cinerea*), фомоз (*Photma oleracea*), фомопсис (*Phomopsis helianthi*); бактеріальні – бактеріальна гниль стебел і кошиків

(*Pectobacterium carotovorum*), бактеріальний опік соняшнику (синоніми: бактеріальне в'янення, бактеріальна гниль, бактеріальний некроз) (*Xanthomonas arboricola*), бура кутаста плямистість (*Pseudomonas syringae* pv. Helianthi), дрібна некротична плямистість листя (*Pseudomonas syringae* pv. Mellea); вірусні – вірусна мозаїка листя соняшнику (*Tobacco rattle virus*) [15, 16].

Посушливі погодні умови 2024 – 2025 рр. та застосування біологічних препаратів у технології вирощування соняшнику не сприяли активному розповсюдженню патогенної мікрофлори (табл. 4).

Щодо особливостей гібридів соняшнику, то вони не мали істотних відмінностей за цим фактором за варіантами застосування біопрепаратів.

Результатами досліджень встановлено, що досліджувані гібриди соняшнику були близькими за значеннями щодо стійкості до збудників основних хвороб, при цьому застосування біопрепаратів у технології вирощування соняшнику сприяло зменшенню ураження рослин. Так, у середньому по досліджуваних гібридах, кількість рослин уражених фомозом у варіанті застосування біопрепаратів у 2024 р. була меншою на 33,3 відсоткових пунктів порівняно з контрольним варіантом досліду, а уражених збудником несправжньої борошнистої роси – на 19,4 відсоткових пунктів. Така ж тенденція спостерігалася і у 2025 р. – застосування біопрепаратів сприяло на 41,3 відсоткових пунктів меншому ураженню рослин фомозом та на 56,5 відсоткових пунктів – збудником несправжньої борошнистої роси.

Таблиця 4 –Ступінь ураження рослин соняшнику основними хворобами, %

Гібрид	Обробка біопрепаратами	Фомоз, %	НБР, %
2024 р.			
Голкіпер	контроль	6	2
	біопрепарати	2	0
Азарт	контроль	5	1
	біопрепарати	2	0
Хорив	контроль	7	2
	біопрепарати	3	1
2025 р.			
Голкіпер	контроль	5	3
	біопрепарати	3	1
Азарт	контроль	4	1
	біопрепарати	1	0
Хорив	контроль	5	3
	біопрепарати	4	2
Середнє за 2024 – 2025 рр.			
Голкіпер	контроль	6	3
	біопрепарати	3	1
Азарт	контроль	5	1
	біопрепарати	2	0
Хорив	контроль	6	3
	біопрепарати	4	2

Слід відмітити, що рослини гібриду Азарт були більш стійкими до збудників хвороб – на 12,5 – 30,0 відсоткових пунктів менше рослин було уражено збудником фомозу та на 50,0 – 66,7 відсоткових пунктів збудником несправжньої борошнистої роси.

Висновки. В умовах Південному Степу України, в результаті проведених польових та лабораторних досліджень у 2024-2025 рр., доведено позитивний вплив біопрепаратів на фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб соняшнику. У середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів у зразках ґрунту дослідних ділянок становила від 60,3 до 125,3 тис. КУО/г ґрунту, з перевагою варіанту застосування біопрепаратів. У середньому за роки досліджень, частка патогенних грибів у зразках ґрунту за даного варіанту досліду склала 6,7 тис. КУО/г ґрунту, що менше за показники без застосування біопрепаратів на 67,0%. Дослідженнями визначено, що зростання чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті сприяло суттєвому природному біологічному контролю чисельності та прояву збудників хвороб соняшнику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Лікар Я. О. Вплив біологізованого захисту рослин на продуктивність соняшнику в умовах зрошення Півдня України. *Аграрні інновації*. 2023. № 18. С. 32 – 40. doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.4

2. Pysarenko V. M., Kovalenko N. P., Pospielova G. D., Pischalenko M. A., Melnychuk V. V., Sherstiuk E. L. Ecobalancing of arable farming as a first step to organic manufacturing of plant growing products. Bulletin of

Poltava State Agrarian Academy. 2020. №3. 109 –117. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.12

3. Пелех Л. В., Онуфрійчук О. М. Основні технологічні заходи при вирощувані соняшнику. Аграрні інновації. 2024. № 25. С. 43 – 49. doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.7

4. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. Аграрні інновації. 2023. № 18 С. 120–127. doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17

5. Розораність земель. URL: https://worldpopulationreview.com/country-ranki ngs/arable-land-bycountry (дата звернення: 05.11.2025)

6. Цилюрик О. І., Остапчук Я. В. Регулятори росту в посівах соняшнику північного Степу України. Аграрні інновації. 2023. № 22. С. 108 – 117. doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.18

7. Дерменко О. П. Хвороби соняшника: рекомендації щодо діагностики і заходів захисту. Київ. 2017. 36 с.

8. Курдиш І. К. Перспектива застосування мікробів-антогоністів у захисті агроекосистем від патогенів. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2011. Вип. 13. С. 23–40.

9. Власюк О. С., Квасніцька Л. С., Войтова Г. П. Ефективність біопрепаратів проти хвороб соняшника у Правобережному Лісостепу. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2023. *37*. С. 81-88. https://doi.org/10.35868/1997-3004.37.81-88

10. Марковська О. Є., Дудченко В. В., Кривуцький Р. М. Фітосанітарний стан агроценозу гороху залежно від хімічної та біологічної системи захисту в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 142. Ч.1. С. 183 – 190. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.23

11. Поспєлов С.В., Поспєлов Г.Д., Нечипоренко Н.І., Міщенко О.В., Черняк О.О., Скляр С.С., Іванічко О.В. Аналіз фітопатогенного стану посівів соняшнику в період вегетації за різних агрокліматичних умов. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. №(4). С. 133–141. https://doi.org/10.31210/visnyk 2021.04.17

12. Ткачук О. П., Бондарук Н. В. Поширення хвороб у посівах соняшнику залежно від удобрення. *Аграрні інновації*. 2024. № 24. С. 141 – 145. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.20

13. Kgatle M.G., Flett B., Truter M., Aveling T.A.S. Control of Alternaria leaf blight caused by Alternaria alternata on sunflower using fungicides and Bacillus amyloliquefaciens. *Crop Protection*. 2020. № 132. P. 105–146. DOI: https:// doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105146

14. Балан Г. О., Ткачик С. О. Ідентифікаційна оцінка патогенної мікобіоти селекційних зразків соняшнику однорічного в умовах Причорноморського Степу України. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. №28. С. 182–194.

15. Asish K., Thankappan S., Paramasivam M. Screening of sunflower genotypes for reaction to Alternaria leaf blight disease across multi-environments using pooled analysis. *Plant Science Today*. 2023. 10(3). P. 68-74. https://doi.org/10.14719/pst.2057

REFERENCES:

1. Hadzalo, Ya. M., Vozhehova, R. A. & Likar, Ya. O. (2023). Vplyv biolohizovanoho zakhystu roslyn na produktyvnist soniashnyku v umovakh zroshennia Pivdnia Ukrainy [The effect of biological plant protection on sunflower productivity under irrigation conditions in Southern Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, №. 18. S. 32 – 40. doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.4 [in Ukrainian].

2. Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospielova, G. D., Pischalenko, M. A., Melnychuk, V. V. & Sherstiuk, E. L. (2020). Eco-balancing of arable farming as a first step to organic manufacturing of plant growing products. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, №3, 109 –117. https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.12

3. Pelekh, L. V. & Onufriichuk O. M. (2024). Osnovni tekhnolohichni zakhody pry vyroshchuvani soniashnyku [Basic technological measures in sunflower cultivation]. *Ahrarni innovatsii*, №. 25. S. 43 – 49. doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.7 [in Ukrainian].

4. Tkachuk, O. P., & Bondaruk, N. V. (2023). Faktory intensyfikatsii ta ekolohizatsii vyroshchuvannia soniashnyku [Factors of intensification and ecologisation of sunflower cultivation]. *Ahrarni innovatsii,* №. 18. S. 120-127. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17 [in Ukrainian].

5. Rozoranist zemel. [Ploughed land.]. URL: https://worldpopulationreview.com/ country-rankings/ara-ble-land-bycountry (data zvernennia: 05.11.2025) [in Ukrainian]

6. Tsyliuryk, O. I. & Ostapchuk, Ya. V. (2023). Rehuliatory rostu v posivakh soniashnyku pivnichnoho Stepu Ukrainy [Plant growth regulators in sunflower crops of Northern Steppes of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii,* №. 22. S. 108 – 117. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17 [in Ukrainian].

7. Dermenko, O. P. (2017). Khvoroby soniashnyka: rekomendatsii shchodo diahnostyky i zakhodiv zakhystu [Sunflower diseases: recommendations for diagnosis and protective measures]. Kyiv [in Ukrainian].

8. Kurdysh, I. K. (2011). Perspektyva zastosuvannia mikrobiv-antohonistiv u zakhysti ahroekosystem vid patoheniv [Prospects of using antagonistic microbes in the protection of agroecosystems from pathogens]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*, 13. S. 23–40. [in Ukrainian].

9. Vlasiuk, O. S., Kvasnitska, L. S. & Voitova, H. P. (2023). Efektyvnist biopreparativ proty khvorob soniashnyka u Pravoberezhnomu Lisostepu [Efficiency of biopreparations against sunflower diseases in the Dnipro right bank Forest-Steppe]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia*, 37. S. 81-88. https://doi.org/10.35868/1997-3004.37.81-88 [in Ukrainian].

10. Markovska, O. Ye., Dudchenko, V. V. & Kryvutskyi, R. M. (2025). Fitosanitarnyi stan ahrotsenozu horokhu zalezhno vid khimichnoi ta biolohichnoi systemy zakhystu v umovakh Pivdnia Ukrainy [Effectiveness of sunflower protection systems against white mould and downy mildew in the conditions of Southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, № 142(1.) S. 183 – 190. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.23 [in Ukrainian].

11. Pospielov, S. V., Pospielov, G. D., Nechyporenko, N. I., Mishchenko, O. V., Cherniak O. O., Skliar, S. S.

& Ivanichko, O. V. (2021). Analiz fitopatohennoho stanu posiviv soniashnyku v period vehetatsii za riznykh ahroklimatychnykh umov [Analysis of sunflower areas phyto-pathogenic condition during vegetation period under different agro-climatic conditions]. *Scientific Progress & Innovations,* №(4). S. 133–141. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.17 [in Ukrainian].

12. Tkachuk, O. P. & Bondaruk, N. V. (2024). Poshyrennia khvorob u posivakh soniashnyku zalezhno vid udobrennia [Poshyrennia khvorob u posivakh soniashnyku zalezhno vid udobrennia]. *Ahrarni innovatsii*, № 24, 141 – 145. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.20 [in Ukrainian].

13. Kgatle, M. G., Flett, B., Truter, M. & Aveling T.A.S. (2020). Control of Alternaria leaf blight caused by Alternaria alternata on sunflower using fungicides and Bacillus amyloliquefaciens. *Crop Protection*, № 132, 105–146. DOI: https:// doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105146

14. Balan, H. O. & Tkachyk, S. O. (2020). Identyfikatsiina otsinka patohennoi mikobioty selektsiinykh zrazkiv soniashnyku odnorichnoho v umovakh Prychornomorskoho Stepu Ukrainy [Identification assessment of pathogenic mycobiota of breeding samples of one-year sunflower in the conditions of the Black Sea Steppe of Ukraine]. Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv, №28, 182–194. [in Ukrainian].

15. Asish, K., Thankappan, S. & Paramasivam, M. (2023). Screening of sunflower genotypes for reaction to Alternaria leaf blight disease across multi-environments using pooled analysis. *Plant Science Today*, 10(3), 68-74. https://doi.org/10.14719/pst.2057

Панфілова А.В., Пилипенко Т.В., Терещенко А.В. Вплив біопрепаратів на фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб соняшнику в умовах Південного Степу України

Мета. Дослідити вплив біопрепаратів на фітопатологічний стан ґрунту та розвиток хвороб соняшнику в умовах Південного Степу України. **Методи**. Польові та лабораторні дослідження виконувалися відповідно до сучасних вимог і стандартів дослідної справи в агрономії та землеробстві. **Результати**. Вирощування соняшнику за біологізованою технологією сприяло у всі роки досліджень зміні екологічних умов формування і розвитку мікроорганізмів у ґрунті. За результатами проведеного фітопатологічного аналізу зразків ґрунту після збирання соняшнику гібриду Азарт загальна кількість грибів становила від 60,3 до 125,3 тис. КУО/г ґрунту залежно від року та варіанту досліду. Частка патогенних грибів в зразках ґрунту у 2024 р. знаходилась в межах від 6,4% до 25,0%, а у 2025 р. – від 4,5 до 27,0% від загальної кількості виділених видів. Вони були представлені 2 видами – *Fusarium oxysporum ma Fusarium verticillioides*. Чисельність оліготрофів, педотрофів, а також мікроорганізмів, що використовують у своєму метаболізмі як органічні, так і мінеральні сполуки азоту вищою на 9,9 – 45,4% була у варіанті з використанням біопрепаратів, чисельність олігонітрофілів і бактерій роду *Azotobacter* також була вищою відповідно на 0,32 і 0,12 млн КУО/г ґрунту у зазначеному варіанті досліду. Загалом, вищу чисельність мікроорганізмів (біогенність ґрунту) виявлено у ґрунтових зразках варіанту біологізації (3,56 млн КУО/г ґрунту), а найменшу – на контрольному варіанті досліду (2,41 млн КУО/г ґрунту). Посушливі погодні умови 2024 – 2025 рр. та застосування біологічних препаратів у технології вирощування соняшнику не сприяли активному розповсюдженню патогенної мікрофлори. У середньому по досліджуваних гібридах, кількість рослин уражених фомозом у варіанті застосування біопрепаратів у 2024 р. була меншою на 33,3 відсоткових пунктів порівняно з контрольним варіантом досліду, а уражених збудником несправжньої борошнистої роси – на 19,4 відсоткових пунктів. Така ж тенденція спостерігалася і у 2025 р. – застосування біопрепаратів сприяло на 41,3 відсоткових пунктів меншому ураженню рослин фомозом та на 56,5 відсоткових пунктів – збудником несправжньої борошнистої роси.

Висновки. У середньому за роки досліджень, загальна кількість грибів у зразках ґрунту дослідних ділянок становила від 60,3 до 125,3 тис. КУО/г ґрунту, з перевагою варіанту застосування біопрепаратів. У середньому за роки досліджень, частка патогенних грибів у зразках ґрунту за даного варіанту досліду склала 6,7 тис. КУО/г ґрунту, що менше за показники без застосування біопрепаратів на 67,0%. Дослідженнями визначено, що зростання чисельності всіх груп мікроорганізмів у ґрунті сприяло суттєвому природному біологічному контролю чисельності та прояву збудників хвороб соняшнику.

Ключові слова: соняшник, гібрид, норма висіву насіння, біопрепарати, ґрунтова мікобіота, хвороби соняшнику.

Panfilova A.V., Pylypenko T.V., Tereshchenko A.V. The effect of biological preparations on the phytopathological state of the soil and the development of sunflower diseases in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. To study the effect of biological preparations on the phytopathological state of the soil and the development of sunflower diseases in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. Methods. Field and laboratory studies were carried out in accordance with modern requirements and standards of research in agronomy and agriculture. Results. Growing sunflowers according to biologized technology contributed to changing the ecological conditions for the formation and development of microorganisms in the soil in all years of research.

Growing sunflowers according to biological technology contributed to the change of ecological conditions for the formation and development of microorganisms in the soil during all the years of research. According to the results of phytopathological analysis of soil samples after harvesting Azart hybrid sunflower, the total number of fungi was from 60.3 to 125.3 thousand CFU/g of soil, depending on the year and variant of the experiment. The share of pathogenic fungi in soil samples in 2024 ranged from 6.4% to 25.0%, and in 2025 – from 4.5 to 27.0% of the total number of selected species. They were represented by 2 species – Fusarium oxysporum and Fusarium verticillioides. The number of oligotrophs, pedotrophs, as well as microorganisms that use both organic and mineral nitrogen compounds in their metabolism was 9.9-45.4% higher in the version using biological preparations, the number of oligonitrophils and bacteria of the genus Azotobacter was also higher, respectively, by 0.32 and 0.12 million CFU/g of soil in the specified version of the experiment. In general, the highest number of microorganisms (soil biogenicity)

was found in the soil samples of the biologization variant (3.56 million CFU/g of soil), and the lowest – in the control variant of the experiment (2.41 million CFU/g of soil). The dry weather conditions of 2024-2025 and the use of biological preparations in sunflower cultivation technology did not contribute to the active spread of pathogenic microflora. On average, for the investigated hybrids, the number of plants affected by fomosis in the version of biological preparations in 2024 was lower by 33.3 percentage points compared to the control version of the experiment, and affected by the causative agent of powdery mildew – by 19.4 percentage points. The same trend was observed in 2025 – the use of biological preparations contributed to 41.3 percentage points less damage to plants by fomosis and 56.5 percentage points – the causative agent of powdery mildew.

Conclusions. On average, over the years of research, the total number of fungi in the soil samples of the research plots was from 60.3 to 125.3 thousand CFU/g of soil, with the advantage of the option of using biological preparations. On average, over the years of research, the share of pathogenic fungi in soil samples for this version of the experiment amounted to 6.7 thousand CFU/g of soil, which is 67.0% less than the indicators without the use of biological preparations. Studies have determined that the increase in the number of all groups of microorganisms in the soil contributed significantly to the natural biological control of the number and manifestation of sunflower pathogens.

Key words: sunflower, hybrid, rate of seed sowing, biological preparations, soil mycobiota, sunflower diseases.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.11
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.15

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ

РАДЧЕНКО М.В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0001-9376-8657
Сумський національний аграрний університет
ПІДЛУЖНИЙ Е.Г. – аспірант кафедри агротехнологій та грунтознавства
orcid.org/0009-0004-7660-0675
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Пшениця озима є головною культурою України, займаючи близько 45 % посівних площ серед злакових і забезпечуючи більшу половину валового збору зерна [1, 10].

Потенціал сучасних сортів цієї культури сягає 10-15 тонн гектара, тоді як середня врожайність становить лише 3,5-4,5 тонн з гектара. При цьому якість отриманого зерна здебільшого залишається низькою і часто не відповідає стандартам, необхідним для харчової промисловості [2].

Пшениця завжди залишалася ключовим продуктом харчування, відіграючи важливу роль в аграрній економіці. На сьогоднішній день збільшення виробництва високоякісного зерна в Україні є одним із пріорітетних завдань для сільського господарства. Проте, у зв'язку з переходом України до ринкової економіки, дефіцитом технічних ресурсів і недостатнім рівнем технологічних процесів, спостерігається зниження обсягів виробництва зерна, зменшення його стабільності й якості, а також падіння рентабельності цього сектору. Одним із ключових аспектів технологій вирощування пшениці є правильний вибір попередника, що значною мірою впливає на кінцеві результати [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження підтверджують, що правильно організоване чергування культур є фундаментом раціонального землеробства і ключем до його стійкості. Воно значно впливає на водний, поживний і біологічний режим ґрунту, забезпечуючи оптимальні умови ждя його продуктивності. Особливо для регіонів України з недостатнім зволоженням підкреслено позитивний вплив чорного пару на водний режим ґрунту в структурі сівозмін. Пари вважаються дієвим інструментом для покращення родючості землі, накопичення вологи та необхідних мінеральних речовин у ній [4]. Серед попередників озимих злакових культур горох вважається одним із найкращих варіантів. Це пояснюється тим, що він рано звільняє поле і залишає невелику кількість вегетативної маси. Крім того, як і всі бобові, горох має здатність нагромаджувати азот у ґрунті, який добре засвоюється наступними рослинами [7].

Багато аграрних господарств поступово відмовляються від використання системи парів, збільшуючи площі під соняшником із рекомендованих 10-12 % до 20-25 %, а в деяких підприємствах цей показник навіть сягає 50 % від загальної площі посівів. Однак наразі є обмежена кількість інформації про оптимальні технології виробництва озимих злакових культур після низькоефективних попередників [3]. Для забезпечення ще більшої ефективності та стабільності у вирощуванні озимих зернови культур важливо вдосконалити технології їх виробництва. Це має охоплювати як традиційні, так і сучасні попередники, з урахуванням специфічних особливостей кожного сорту. Такий підхід допоможе отримати оптимальні результати та підвищити продуктивність аграрного сектору [8].

Мета статті – встановити вплив попередників на елементи продуктивності та врожайності зерна пшениці озимої.

Матеріали та методи досліджень. Досліди з вивчення попередників на урожайність пшениці озимої проводили протягом 2024-2025 років в умовах Північно-східного Лісостепу України (Сумська область) на чорноземі типовому. Технологічні операції по виробництву пшениці озимої проводили за прийнятою технологією підприємства, крім попередників, які вивчалися. Досліди були закладені систематично, кількість повторень – 3. Площа кожної ділянки становила 95 м^2. Вивчення впливу попередників на урожайність зерна пшениці озимої проводили за схемою: Дослід: попередники 1. Горох; 2. Ріпак озимий; 3. Однорічні трави; 4. Кукурудза на силос.

Сівбу пшениці озимої проводили в оптимальні строки для умов Сумської області на глибину від 2 до 3 см. Норма висіву складала 5,5 млн. схожих зерен на гектар. Після збирання попередника проводили дискування. Одночасно з сівбою вносили 180 кг діамофоски у фізичній вазі ($N_{10}P_{26}K_{26}$). Весною по мерзлоталому ґрунту вносили 100 кг карбаміду у фізичній вазі, у фазі кущення вносили 100 кг селітри аміачної у фізичній вазі, в період воскової стиглості вносили 15 кг карбаміду у фізичній вазі. Для дослідження використовували сорт пшениці озимої Богдана.

Облікові процедури, вимірювання та супутні спостереження здійснювали у відповідності до загальноприйнятих методик проведення польових дослідів, з урахуванням стандартів державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Отримані результати досліджень були опрацьовані із застосуванням статистичних методів аналізу, використовуючи програмне забезпечення Excel, Statistaca 6.0 для забезпечення точності обчислень і надійності отриманих даних [6, 9].

Результати досліджень. Забезпечення схожості та успішності перезимівлі є надзвичайно

важливим аспектом вирощування озимої пшениці. Від того, наскільки ефективно культура переживе зимовий період, залежить її здатність розвиватися і давати високий урожай. Основними чинниками, що визначають схожість і перезимівлю, є агротехнічні заходи, рівень морозостійкості пшениці та погодні умови.

У дослідженні впливу попередників на озиму пшеницю польова схожість варіювала в межах від 90,1 % до 94,6 %. Найвищий рівень схожості спостерігався після попередника гороху і становив 94,6 %. Попередник ріпак озимий забезпечив схожість на рівні 92,8 %, однорічні трави – 91,3 %, тоді як найнижчий показник був зафіксований після кукурудзи на силос і складав 90,1 % (табл. 1).

Найвищий показник перезимівлі озимої пшениці зафіксовано у разі використання гороху як попередника, що склало 94,2 %. Водночас найнижчий результат спостерігався за умови вирощування пшениці після кукурудзи на силос, де рівень перезимівлі становив лише 88,8 %. Для попередників ріпак озимий та однорічні трави цей показник був на рівні 92,5 %і 89,9 %, відповідно (табл. 1).

Збір важливих показників із рослин пшениці озимої наприкінці осіннього сезону вегетації можна вважати одним із найскладніших етапів у цьому процесі. Відомо, що майже всі агротехнічні заходи, які виконуються восени, суттєво впливають на рівень кущистості, щільність посівів та загальний стан рослин до завершення їх осіннього розвитку.

В таблиці 2 наведена загальна та продуктивна кількість стебел озимої пшениці залежно від попередників. Загальна кількість стебел за попередників: горох відмічена на рівні 596,3 шт./м^2, ріпак озимий – 588,0 шт./м^2, однорічні трави – 572,8 шт./м^2, кукурудза на силос – 571,0 шт./м^2. Максимальна загальних стебел відмічено після попередника горох і становила 596,3 шт./м^2.

Показник продуктивних стебел залежно від попередників становив: гороху – 561,1 шт./м^2, ріпаку озимого – 548,0 шт./м^2, однорічних трав – 532,7 шт./м^2, кукурудзи на силос – 530,0 шт./м^2. Максимальна кількість продуктивних стебел пшениці озимої відмічено на варіанті з попередником горох і становив 561,1 шт./м^2.

У відсотковому відношені продуктивність стебел в наших дослідженнях варіювала в межах від 92,8 % до 94,1 %, а максимальний відсоток продуктивних стебел отримано за попередника горох і становило 94,1 %.

Довжина колосу є важливим структурним показником врожайності озимої пшениці. У ході дослідження її значення варіювало від 8,0 до 8,4 см. Найбільша довжина колосу в залежності від попередників отримана після гороху і становила 8,4 см, а найменша за попередника кукурудза на силос 8,0 %. За попередників ріпак озимий та однорічні трави довжина колоса становила 8,3, 8,1 см, відповідно (табл. 3).

Кількість зерен у колосі пшениці озимої демонструвала варіацію залежно від типу попередника, коливаючись у межах від 25,0 до 26,8 шт. Максимальна чисельність зерен у колосі була зафіксована при вирощуванні пшениці озимої за попередника горох, де цей показник становив 26,8 шт. Найнижчий рівень був відзначений на ділянках після використання попередника кукурудза на силос, що склав лише 25,0 шт. У інших попередників, таких як озимий ріпак та однорічні трави, кількість зерен у колосі отримана на рівні 26,1, 25,6 шт. (табл. 3).

Одним із ключових показників структури колоса – це вага зерна, яка залежить від багатьох чинників, зокрема і від вибору попередника. У сучасних сортах озимої пшениці, при використанні інтенсивних технологій вирощування, вага зерна з одного колоса може варіювати в межах від 1,4 до 1,5 г і більше

За результатами досліджень, вага зерна у колосі варіювала в межах від 1,02 до 1,13 г. Найвищу вагу зерна зафіксовано на ділянках із попередником горох – 1,13 г. Дещо нижчі показники спостерігалися при вирощуванні пшениці озимої після ріпаку озимого – 1,09 г, однорічних трав – 1,06 %, кукурудзи на силос – 1,02 %. Найнижчий показник ваги зерна у колосі був отриманий на варіанті з попередником кукурудза на силос і становив 1,02 % г (табл. 3).

Таблиця 1 – Польова схожість насіння та зимостійкість пшениці озимої в залежності від попередника (2024-2025 рр.), %

Попередник	Польова схожість, %	Перезимівля, %
Горох	94,6	94,2
Ріпак озимий	92,8	92,5
Однорічні трави	91,3	89,9
Кукурудза на силос	90,1	88,8

Таблиця 2 – Продуктивна кущистість пшениці озимої залежно від попередника (2024-2025 рр.)

Попередник	Загальна кількість стебел, шт./м^2	Продуктивних стебел, шт./м^2	Продуктивних стебел, %
Горох	596,3	561,1	94,1
Ріпак озимий	588,0	548,0	93,2
Однорічні трави	572,8	532,7	93,0
Кукурудза на силос	571,0	530,0	92,8

Таблиця 3 – Структура врожаю пшениці озимої залежно від попередника (2024-2025 рр.)

Попередник	Довжина колосу, см	Число зерен у колосі, шт.	Вага зерна у колосі, г.
Горох	8,4	26,8	1,13
Ріпак озимий	8,3	26,1	1,09
Однорічні трави	8,1	25,6	1,06
Кукурудза на силос	8,0	25,0	1,02

Рослини, що розвивалися за сприятливих кліматичних умов у період наливання й дозрівання зерна, демонструють максимальну масу тисячі насінин. За умови, якщо кількість стебел і зерен у колосі залишається незмінною, урожайність вища на ділянках, де маса тисячі насінин є більшою.

У ході наших досліджень маса 1000 насінин коливалася від 40,8 до 42,2 г залежно від впливу фактора попередника (НІР = 0,41). Найвищий показник маси було зафіксовано за використання попередника горох – 42,2 г, тоді як мінімальне значення (40,8 г) спостерігалося на варіанті з попередником кукурудза на силос (табл. 4).

Для забезпечення очікуваної урожайності озимої пшениці необхідно створити оптимальні умови для її росту й розвитку на етапі осінньої вегетації. Це сприяє успішній перезимівлі рослин і закладає основу для їх активного зростання та розвитку впродовж весняно-літнього періоду

Дослідження показали, що урожайність пшениці озимої значною мірою залежить від попередника. Вона варіювала в межах 5,41-6,34 т/га (НІР = 0,20).

Таблиця 4 – Маса 1000 насінин та урожайність зерна пшениці озимої залежно від попередника (2024-2025 рр.)

Попередник	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
Горох	42,2	6,34
Ріпак озимий	41,8	5,97
Однорічні трави	41,4	5,65
Кукурудза на силос	40,8	5,41
$НІР_{05}$	0,41	0,20

Найвищий показник урожайності був досягнутий при попереднику горох – 6,34 т/га, що більше на 0,37 т/га в порівнянні з попередником ріпак озимий (5,97 т/га), на 0,69 т/га у випадку з однорічними травами (5,65 т/га) та на 0,93 т/га порівняно з кукурудзою на силос (5,41 т/га). Отже, найнижчий рівень урожайності пшениці озимої зафіксований на варіанті з попередником кукурудза на силос – 5,41 т/га (табл. 4).

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що за сівби пшениці озимої після гороху отримано найбільшу польову схожість 94,2 %, з кількістю продуктивних стебел 561,1 шт./м^2. За попередника горох також отримані максимальні показники довжини колосу 8,4 см, число зерен у колосі 26,8 шт. та вагою зерна у колосі 1,13 г. Максимальна маса тисячу насінин була отримана на варіанті з попередником горох – 42,2 г та найбільшою в досліді урожайністю 6,34 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Голик Л. М. Новий зимостійкий сорт пшениці м'якої озимої (Triticum aestivum) Волошкова. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2007. № 6. С. 5–11.

2. Господаренко Г. М. Основи інтегрованого застосування добрив. Київ: ЗАТ НІЧЛАВА, 2002. 344 с.

3. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білонозко М. А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

4. Манько К. М., Цехмейструк М. Г. Озимі зернові культури посіяні нетрадиційними попередниками. *АгроПерспектива*. 2010. № 3(122): С. 27–29.

5. Моргун В. В., Санін Є. Ю., Швартау В. В. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту озимої пшениці. Київ: Логос, 2014. 148 с.

6. Підопригора В. С., Писаренко П. В. Практикум з основ наукових досліджень в агрономії. Полтава: Інтер Графіка, 2003. 138 с.

7. Попов С. І., Авраменко С. В. Стабілізація врожайності сортів озимої пшениці залежно від способів обробітку ґрунту в сівозміні після чорного пару та гороху. *Вісник Центру Наукового Забезпечення АПВ Харківської області*. 2016. № 21. С. 79–86.

8. Сметанко О. В. Вплив агротехнічних прийомів вирощування озимої пшениці і ячменю на ураження хвороби, накопичення елементів живлення і урожай зерна в агрометеорологічних умовах Південного Степу. *Вісник аграрної науки південного регіону.* Одеса, 2010. Вип. 11. С. 84–90.

9. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.

10. Zhemla H.P., Barabolia O.V., Tatarko Y.V., Antonovskiy O.V. The effect of variety peculiarities on winter wheat grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2020. (3). P. 32–39. doi:10.31210/visnyk2020.03.03.

REFERENCES:

1. Holyk L. M. Novyi zymostiikyi sort pshenytsi miakoi ozymoi (Triticum aestivum) Voloshkova [A new win-

ter-hardy variety of soft winter wheat (Triticum aestivum) Voloshkova]. *Sortovyvchennia ta okhorona prav na sorty roslyn*. 2007. № 6. S. 5–11. [in Ukrainian].

2. Hospodarenko H. M. Osnovy intehrovanoho zastosuvannia dobryv [Basics of integrated fertilizer application]. Kyiv: ZAT NIChLAVA, 2002. 344 s. [in Ukrainian].

3. Zinchenko O. I., Salatenko V. N., Bilonozko M. A. Roslynnytstvo [Crop production]. Kyiv: Ahrarna osvita, 2001. 591 s. [in Ukrainian].

4. Manko K. M., Tsekhmeistruk M. H. Ozymi zernovi kultury posiiani netradytsiinymy poperednykamy [Winter grain crops sown with non-traditional predecessors]. *AhroPerspektyva*. 2010. № 3(122): S. 27–29. [in Ukrainian].

5. Morhun V. V., Sanin Ye. Yu., Shvartau V. V. Klub 100 tsentneriv. Suchasni sorty ta systemy zhyvlennia i zakhystu ozymoi pshenytsi [100 Centners Club. Modern varieties and systems of winter wheat nutrition and protection.]. Kyiv: Lohos, 2014. 148 s. [in Ukrainian].

6. Pidopryhora V. S., Pysarenko P. V. Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen v ahronomii [Workshop on the basics of scientific research in agronomy.]. Poltava: Inter Hrafika, 2003. 138 s. [in Ukrainian].

7. Popov S. I., Avramenko S. V. Stabilizatsiia vrozhainosti sortiv ozymoi pshenytsi zalezhno vid sposobiv obrobitku gruntu v sivozmini pislia chornoho paru ta horokhu [Stabilization of winter wheat yield depending on soil cultivation methods in crop rotation after black sorrel and peas]. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti*. 2016. № 21. S. 79–86. [in Ukrainian].

8. Smetanko O. V. Vplyv ahrotekhnichnykh pryiomiv vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi i yachmeniu na urazhennia khvoroby, nakopychennia elementiv zhyvlennia i urozhai zerna v ahrometeorolohichnykh umovakh Pivdennoho Stepu [The influence of agrotechnical methods of growing winter wheat and barley on disease damage, nutrient accumulation and grain yield in agrometeorological conditions of the Southern Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky pivdennoho rehionu*. Odesa, 2010. Vyp. 11. S. 84–90. [in Ukrainian].

9. Tsarenko O. M., Zlobin Yu. A., Skliar V. H., Panchenko S. M. Kompiuterni metody v silskomu hospodarstvi ta biolohii: navch. Posib [Computer methods in agriculture and biology: a teaching aid.]. Sumy: Universytetska knyha, 2000. 203 s. [in Ukrainian].

10. Zhemla H.P., Barabolia O.V., Tatarko Y.V., Antonovskiy O.V. The effect of variety peculiarities on winter wheat grain quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2020. (3). P. 32–39. doi:10.31210/visnyk2020.03.03.

Радченко М.В., Підлужний Е.Г. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників

Мета. Встановити вплив попередників на елементи продуктивності та врожайності зерна пшениці озимої.

Методи. Польовий – закладання дослідів, облік урожаю зерна, лабораторний – фізичний – вимірювання довжини колосу, числа зерен у колосі, вага зерна у колосі, маса 1000 насінин, розрахунковий – статистичний.

Результати. Найбільша довжина колосу в залежності від попередників отримана після гороху і становила 8,4 см, а найменша за попередника кукурудза на силос 8,0 %. У досліді відмічено максимальну кількість зерен за попередника горох – 26,8 шт., а найменша кількість зерен відмічено за попередника кукурудза на силос – 25,0 шт. У попередників ріпак озимий та однорічні трави число зерен у колосі становило 26,1, 25,6 шт., відповідно. Найвищу вагу зерна зафіксовано на ділянках із попередником горох – 1,13 г. Дещо нижчі показники спостерігалися при вирощуванні пшениці озимої після ріпаку озимого – 1,09 г, однорічних трав – 1,06 %, кукурудзи на силос – 1,02 %. Найбільший показник маси 1000 насінинбуло зафіксовано за використання попередника горох – 42,2 г, тоді як мінімальне значення (40,8 г) спостерігалося на варіанті з попередником кукурудза на силос. Максимальний показник урожайності був досягнутий при попереднику горох – 6,34 т/га, що більше на 0,37 т/га в порівнянні з попередником ріпак озимий (5,97 т/га), на 0,69 т/га у випадку з однорічними травами (5,65 т/га) та на 0,93 т/га порівняно з кукурудзою на силос (5,41 т/га). Отже, найнижчий рівень урожайності пшениці озимої зафіксований на варіанті з попередником кукурудза на силос – 5,41 т/га

Висновки. За результатами досліджень встановлено, що за сівби пшениці озимої після гороху отримано найбільшу польову схожість 94,2 %, з кількістю продуктивних стебел 561,1 шт./м^2. За попередника горох також отримані максимальні показники довжини колосу 8,4 см, число зерен у колосі 26,8 шт. та вагою зерна у колосі 1,13 г. Максимальна маса тисячу насінин була отримана на варіанті з попередником горох – 42,2 г, з найбільшою в досліді урожайністю 6,34 т/га.

Ключові слова: схожість, довжина колосу, число зерен у колосі, маса 1000 насінин, урожайність.

Radchenko M.V., Pidluzhnyi E.H. Productivity of winter wheat depending on predecessors

Purpose. To establish the influence of predecessors on the elements of productivity and yield of winter wheat grain.

Methods. Field – setting up experiments, recording grain yield, laboratory – physical – measuring the length of the ear, the number of grains in the ear, the weight of the grain in the ear, the mass of 1000 seeds, calculation – statistical.

Results. The largest spike length, depending on the predecessors, was obtained after peas and was 8.4 cm, and the smallest for the predecessor was corn for silage 8.0%. In the experiment, the maximum number of grains for the predecessor was peas – 26.8 pcs., and the smallest number of grains was noted for the predecessor corn for silage – 25.0 pcs. In the predecessors winter rape and annual grasses, the number of grains in the spike was 26.1, 25.6 pcs., respectively. The highest grain weight was recorded in areas with a predecessor pea – 1.13 g. Slightly lower indicators were observed when growing winter wheat after winter rape – 1.09 g, annual grasses – 1.06 %, corn for silage – 1.02 %. The highest 1000-seed weight was recorded when using the predecessor pea – 42.2 g, while the minimum value (40.8 g) was observed in the variant with the predecessor corn for silage. The maximum yield was achieved with the predecessor pea – 6.34 t/ha, which is 0.37 t/ha more than the predecessor winter rapeseed (5.97 t/ha), 0.69 t/ha more than the predecessor annual grasses (5.65 t/ha) and 0.93 t/ha

more than the predecessor corn for silage (5.41 t/ha). Thus, the lowest yield of winter wheat was recorded in the variant with the predecessor corn for silage – 5.41 t/ha

Conclusions. According to the results of the research, it was found that when sowing winter wheat after peas, the highest field germination of 94.2% was obtained, with the number of productive stems of 561.1 pcs./m^2. With the predecessor peas, the maximum indicators of ear length of 8.4 cm, the number of grains in the ear of 26.8 pcs. and the weight of grains in the ear of 1.13 g were also obtained. The maximum mass of a thousand seeds was obtained on the variant with the predecessor peas – 42.2 g, with the highest yield in the experiment of 6.34 t/ha.

Key words: germination, ear length, number of grains per ear, weight of 1000 seeds, yield.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 05.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 635.15:631.5
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.16

ПОТЕНЦІАЛ ОТАВНОГО ВІДРОСТАННЯ РЕДЬКИ ОЛІЙНОЇ ДЛЯ СИДЕРАЛЬНОГО ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРОКІВ СКОШУВАННЯ ТА ФОНОВОГО МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

ЦИЦЮРА Я.Г. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-9167-833X
Вінницький національний аграрний університет
ЯКОВЕЦЬ Л.А. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/000-0001-5283-7169
Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Варіант органо-мінеральних систем удобрення залишається пріоритетним напрямом конструювання варіантів агрохімічного забезпечення технологій вирощування сільськогосподарських культур [1]. З врахуванням такого підходу актуальним залишається добір джерел органіки для формування таких систем, оскільки у світовому вимірі відмічається дефіцит джерел органічного вуглецю за рахунок біорециклінгового утримання тваринницької галузі, що унеможливлює нагромадження класичних органічних добрив [2], а також за рахунок інтенсивної диверсифікації сівозмін, що призводить до редукції можливого застосування проміжних культур сидерального спрямування [3]. У результуючому підсумку виникає необхідність у пошуку інноваційних підходів до накопичення рослинної органіки в ґрунті не акцентуючись не лише на соломі як основного компоненту в Україні у варіантах додаткового джерела органіки, але й на можливих варіантах вирішення за рахунок нетрадиційних джерел [1]. На сьогодні до таких нетрадиційних джерел відносять і варіант отавного відростання культур зібраних у попередній період вегетації і залишений для нагромадження відповідної біомаси за період, що вкладається в операційну картку забезпечення відповідного комплексу агротехнологій виходячи з ґрунтово-кліматичних особливостей відповідних сільськогосподарських технологій [4]. Такий спосіб застосовується до цілого ряду сільськогосподарських культур – багаторічних трав різної якісності, падаличних варіантів відростання у результаті втрат насіння при збиранні, а також цілого ряду однорічних культур [5].

Для Європейського Союзу така практика є досить поширеною, особливо у регіонах з достатнім зволоженням та тривалим післяжнивним періодом до припинення вегетації [6–12]. Проте для умов України отава хрестоцвітих видів рослин з метою її повторного використання у біоорганічних варіантах удобрення є питанням маловивченим, що потребує додаткового наукового узагальнення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В цілому для хрестоцвітих видів рослин відмічено можливість їх отавного відростання за певних умов вегетації, серед яких лімітуючи ми є зволоження та температурний режим протягом 30–50 діб після скошування відповідної культури [1, 13]. На сьогодні до групи хрестоцвітих видів рослин з високими рівнями отавного потенціалу відносять ріпак, гірчицю білу та редьку олійну [13].

Власне досліджень з питань отавності традиційних хрестоцвітих видів рослин і редьки олійної зокрема у науковій літературі мало [1]. Відмічається, що отавність в цілому притаманна хрестоцвітим видам рослин [4], але її потенціал з позиції біоорганічного та сидераційного використання залежить від ряду факторів. До основних із них слід віднести фенологічну фазу скошування, яка визначає відповідний рівень запасних речовин, які рослина спроможна використати для регенерації [7], гідротермічний режим у період від скошування до припинення вегетації у зоні досліджень, що визначає інтенсивність продуційного процесу та рівень сформованої біомаси [10]. Немаловажним э рівень стартового мінерального живлення, який у підсумку визначає процеси закладення системи рослинної регенерації, її потенціал та взагалі здатність до такого процесу, особливо на фоні погіршення гідротермічних режимів вегетації рослин на стадії отавного відростання [11].

Стосовно редьки олійної то період вивчення цього питання стосується 70–80-х років минулого століття з позиції ефективного циклу використання редьки у структурі зеленого конвеєра [1] та можливості її адаптивного комплексного використання як культури мультикритеррійного способу залучення у біорециклінг органік у системі ґрунт–рослина [14, 15].

Мета статті. Оцінка отавної біопродуктивності редьки олійної для можливого її сидерального використання залежно від строків скошування на сірих лісових ґрунтах за умов нестійкого зволоження.

Матеріали та методика досліджень. Місце проведення досліджень зона північної підпровінції правобережної центральної високої провінції Лісостепу (ЛС2$_1$). Період досліджень три роки 2022–2024 рр.. Місце досліджень дослідне поле Вінницького національного аграрного університету (N 49°11′31″, E 28°22′16″). Ґрунтовий покрив дослідних ділянок – сірі лісові ґрунтим. Основні показники ґрунтових умов родючості: вміст гумусу 2,68% легкогідролізного азоту 81,5 мг/кг, рухомого фосфору (за Чиріковим) 176,1 мг/кг, обмінного калію (за Чиріковим) 110,8 мг/кг за pH_{KCl} 5,8.

Отавність редьки олійної вивчалась на агроценозі редьки олійної сорту Журавка (комбінованого напрямку використання – листостеблова маса, насіння, сидерація) сформованого за бінарної схемою комбінованого іі використання (кормові цілі та насіння) [16] за норми висіву 2,0 млн. схожих насінин/га при ширині міжрядь 30 см на трьох фонах мінерального живлення: без добрив та за внесення у комплексі передпосівного обробітку у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ (нітроамофоска).

Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Площа облікової ділянки 25 м^2.

Досліджувалась біопродуктивність отавності редьки олійної на фоні вказаного удобрення з позиції строків її скошування у варіанті кормової культури та збирання за використання агроценоз на насіннєві цілі. Висота скошування та збирання встановлювалась на висоті 10–12 см. Загальна схема досліду представлена в таблиці 1.

Облік показника сформованої надземної маси проводили застосовуючи метод облікових ділянок (1 м^2 по 4 ділянки для кожного повторення) шляхом прямого одновидового польового зважування [17].

Ідентифікація фенологічних фаз росту і розвитку редьки олійної була проведена на підставі стандартної шкали BBCH для даної культури [18].

Вміст сухої речовини у сформованій листостебловій масі рослин визначали шляхом висушування до постійної маси при 105 °С та озолення при 550 °С [19].

Біохімічний аналіз листостеблової маси (вміст азоту, фосфору та калію) сформованої отави у розрізі варіантів досліду проводили за стандартними методиками визначення базових компонентів біохімічного аналізу, виражених в абсолютно сухій вазі при застосуванні стандартних методик вітчизняної та зарубіжної практики [20, 21].

Трансформацію отавної біомаси редьки олійної у еквівалентний вираз органічного добрива (гній ВРХ) проводили використовуючи дані еталонних параметрів різних видів органічних добрив [22, 23].

Для оцінки гідротермічних умов загального періоду вегетація (основна + отавна) проводили за такими показниками: середньодобова температура (°С), сума опадів (мм), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) (відповідно до рівняння 1) та коефіцієнтом значущості відхилень (C_{sd}) (відповідно до рівняння 2) (табл. 2).

$$\text{ГТК} = \frac{\sum R}{0.1 \times \sum t_{>10}} \quad (1)$$

де: ΣR – сума опадів за період з температурою вище 10 °С, $\Sigma t_{>10}$ – сума ефективних температур за період досліджень.

$$C_{sd} = \frac{\left(X_i - X_{av}\right)}{S} \quad (2)$$

де: X_i – поточний елемент погоди; X_{av} – показник середнього багаторічного значення; S – середнє квадратичне відхилення; і – порядковий номер року. Рівень C_{sd}: 0 ÷ 0.5 (-0.5) – умови близькі до нормальних; (-1) 1 ÷ (-2) 2 – суттєво відрізняються від багаторічних; > 2 (< -2) – близькі до екстремальних.

Для статистичної оцінки отриманих результатів обліків та спостережень було використано стандартні показники аналізу масиву даних [24] за такими параметрами як: середнє арифметичне, стандартне відхилення (SD), коефіцієнт варіації (C_V) (для рівня значущості *p<0,05*) за використання пакету програм Statistica 10.

Для аналізу отриманих показників та ймовірності істотності значень між варіантами було використано кореляційний та дисперсійний методи аналізу з калькуляцією парних коефіцієнтів кореляції та показника розрахунком найменшої істотної різниці (НІР для *p<0,05*).

Результати досліджень. Перед представленням основних результатів коротко слід акцентувати увагу на особливостях отавного відростання редьки олійної. Відростання отави здійснюється за рахунок добре розвиненого запасаючого кореня так званого псевдокоренеплідного характеру із бруньок відновлення сконцентрованих у верхній частині кореня біля залишку попередньої стеблової частини рослини (рис. 1).

Формат відростання представлено певною кількістю стебел відновлення як правило в інтервалі 2–3 розміщених симетрично до осі старого стебла. Максимальна фенологічна стадійність отавних рослин зафіксована у досліді впродовж трьохрічного циклу вивчення відповідала фенологічній стаді зеленого стручка (орієнтовано з огляду на середній рівень варіативності феностадійного розвитку у межах отавного агроценозу редьки олійної в інтервалі BBCH 70–80).

Оцінка залежності отавної біопродуктивності редьки олійної у середньому за період досліджень засвідчила статистично відмінні рівні сформованої сирої та сухої біомаси залежно як від строку скошування культури, так і від фону її попереднього живлення (табл. 3).

За результатами багаторічного усереднення редьку олійну з позиції біохімічної цінності як потенційного сидерату можна віднести до культур сидеральної групи, листостеблова маса якої має високий потенціал базових мікроелементів, що позитивно

Таблиця 1 – Загальна схема досліду з вивчення варіантів отавної біопродуктивності редьки олійної, 2022–2024 рр.

Фоновий варіант удобрення редьки олійної на період до отавного вирощування	Варіанти скошування та збирання
$N_0P_0K_0$	1. Фаза стеблування (BBCH 38–40) 2. Фаза бутонізації (BBCH 50–52) 3. Фаза цвітіння (BBCH 60–62) 4. Фаза зеленого стручка (BBCH 74–76) 5. Фаза жовтого стручка (BBCH 83–85)
$N_{30}P_{30}K_{30}$	
$N_{60}P_{60}K_{60}$	

Таблиця 2 – Оцінка гідротермічного режиму загального періоду вегетації редьки олійної за 2022–2024 рр.

Рік	Сума опадів, мм (IV-X)	$^{*}t_{aver}$, °C (IV-X)	Місяці періоду вегетації										$C_{sd\ aver}$ V–IX	$^{*}t_{aver}$, °C	**Сума опадів, мм
			V		VI		VII		VIII		IX				
			X_i	C_{sd}	X_i	C_{sd}	X_i	C_{sd}	X_i	C_{sd}	X_i	C_{sd}			
2022	678,7	15,15	1,43	0,74	1,50	0,91	0,90	0,06	1,71	2,13	4,96	7,86	2,34	2,2	278,0
2023	486,9	16,24	0,09	-0,69	1,64	1,18	1,41	1,14	0,65	-0,05	1,02	0,66	0,45	2,9	371,2
2024	481,9	17,94	0,58	-0,17	1,66	1,21	1,19	0,67	0,77	1,46	0,45	-0,38	0,41	1,2	263,8

Примітка: * – середня середньодобова температура (°C) за період листопад попереднього року – березень наступного; ** – сума опадів (мм) за період листопад попереднього року – березень наступного.

Рис. 1. Отава (крайня ліва позиція) та морфологія отавного відростання редьки олійної сорту Журавка за скошування у фазі цвітіння (BBCH 62–65)

Таблиця 3 – Рівні сформованої отавної біомаси редьки олійної сорту Журавка залежно від фону мінерального живлення культури та строків її збирання (середнє за період 2022–2024 рр.), т/га

Фон доотавного мінерального живлення	Вихід біомаси отави, залежно від дати скошування та збирання т/га									
	Фаза стеблування (BBCH 38–40)		Фаза бутонізації (BBCH 50–52)		Фаза цвітіння (BBCH 60–62)		Фаза зеленого стручка (BBCH 74–76)		Фаза жовтого стручка (BBCH 83–85)	
	ВМ*	СР**	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР	ВМ	СР
$N_0P_0K_0$	8,61	0,88	10,24	1,17	8,96	0,98	6,92	0,84	4,57	0,55
$N_{30}P_{30}K_{30}$	10,72	1,07	12,89	1,38	10,44	1,14	8,43	1,00	6,12	0,76
$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,52	1,25	16,25	1,64	11,28	1,22	9,55	1,13	7,89	0,89
$НІР_{05}$ (заг)	1,12	0,11	1,27	0,12	0,89	0,10	0,72	0,08	0,57	0,07

Примітка: * ВМ – вихід вегетативної (сирої) надземної біомаси; **СР – вихід надземної біомаси у еквіваленті сухих речовин.

співвідноситься з висновками інших дослідників [11, 15, 25]. За цих умов отавна біопродуктивність була максимальною за скошування вирощуваної редьки олійної як полезаймаючої культури у фазі бутонізації на фоні внесення під культуру у передпосівному циклі $N_{60}P_{60}K_{60}$.У співставленні до цієї феностадії скошування з калькуляцією середнього значення по фонах мінерального живлення отавна біопродуктивність за скошування редьки олійної у фазу стеблування була на 19,1% нижча за виходом вегетативної маси отави та на 23,6% за виходом сухих речовин. За скошування у фазу цвітіння ці показники були також нижчі у тому ж порівнянні на 22,1% та 20,3% відповідно. Для фази скошування на фазу зеленого стручка – зниження на 36,8% та 29,1% відповідно, а на фазу жовтого стручка – зниження на 52,8% та 47,5% відповідно.

З позиції співставлення фонів мінерального живлення у середньому для фону живлення $N_0P_0K_0$ вихід вегетативної (сирої) маси отави редьки олійної становило 7,86 т/га, а сухих речовин відповідно 0,88 т/га. За фону живлення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 9,72 т/га та 1,07 т/га відповідно, а за фону $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 11,50 т/га та 1,23 т/га відповідно. При цьому у співставленні до фону живлення $N_0P_0K_0$ інших застосованих варіантів внесення передпосівного добрива склало такі коефіцієнти зростання за 30 кг/га NPK – 1,24 для вегетативної маси та 1,21 для сухих речовин. Відповідно для фону живлення 60 кг/га NPK – 1,46 і 1,39.

Різницю у отавній біопродуктивності наглядно підтверджено даними рис. 2 для умов 2024 року досліджень. Отримані дані узгоджуються як з особливостями зниження загальної біопродуктивності сидеральних культур за зміни строків і тривалості їх

Рис. 2. Отава редьки олійної сорту Журавка (верхня позиція – після скошування у фазі цвітіння (BBCH 60–62); середня позиція – після скошування у фенологічній фазі зеленого стручка (BBCH 74–76); нижня позиція – після скошування у фенологічній фазі жовтого стручка (BBCH 83–85) (всі варіанти на фонах мінерального живлення редьки олійної $N_{30}P_{30}K_{30}$), 2024 рік

вирощування [1, 26, 27], особливо у варіантах зміщення у пізньо-літньо та осінній цикл, що відповідає отавному відростанню редьки олійної за її скошування та збирання від фази зеленого стручка.

Важливим питанням оцінки можливого сидерального напрямку використання сформованої надземної біомаси рослин є дослідження питання вмісту азоту, фосфору і калію у сухій масі, оскільки це дозволяє спів ставляти отримані значення з біохімічною цінністю класичних органічних добрив [14]. Результати такої оцінки отриманої отавної маси редьки олійної за різних варіантів живлення та строків скошування представлено у табл. 4.

За результатами такої оцінки та на підставі стандартизованих градацій якості [20] редьку олійну можна віднести до високоцінної рослинної маси, яка може бути надійним джерелом органіки у ґрунті та не поступається за цим показником класичним сидеральним культурам [1, 13]

Такі узагальнення підтверджено як значеннями потенційного внесення азоту і фосфору та калію у ґрунт при використання сформованої отавної маси у якості класичного сидерального компоненту удобрення. При цьому доведена цінність скошування редьки олійної для повторного отримання отави у фазу бутонізації (ВВСН 50–52), яка потенційно

Таблиця 4 – Сидеральний потенціал отави редьки олійної на основі біохімічної оцінки за вмістом головних мікроелементів та еквіваленті класичних органічних добрив ВРХ, (середнє за період 2022–2024 рр.)

Фон доотавного мінерального живлення	Вміст у сформованій отавній масі (у % на абсолютно-суху речовину) залежно від дати скошування доотавної редьки олійної														
	Фаза стеблування (ВВСН 38–40)			Фаза бутонізації (ВВСН 50–52)			Фаза цвітіння (ВВСН 60–62)			Фаза зеленого стручка (ВВСН 74–76)			Фаза жовтого стручка (ВВСН 83–85)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
$N_0P_0K_0$	2,58	0,47	3,58	3,17	0,52	3,55	3,47	0,57	3,56	2,84	0,59	3,89	2,59	0,67	4,05
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,05	0,51	4,11	3,24	0,60	3,79	3,38	0,64	3,84	2,88	0,67	4,05	2,72	0,72	4,11
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,24	0,57	4,23	3,56	0,65	4,08	3,21	0,68	3,89	2,97	0,65	4,12	2,87	0,74	4,16
$НІР_{05}$ (заг)	0,21	0,10	0,19	0,17	0,11	0,28	0,19	*0,12*	*0,22*	*0,15*	*0,18*	*0,15*	*0,12*	*0,14*	*0,10*
Буде внесено разом з отавною масою редьки олійної у випадку її сидерального використання															
$N_0P_0K_0$	22,7	4,1	31,5	37,1	6,1	41,5	34,0	5,6	34,9	23,9	5,0	32,7	14,2	3,7	22,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	32,6	5,5	44,0	44,7	8,3	52,3	38,5	7,3	43,8	28,8	6,7	40,5	20,7	5,5	31,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	40,5	7,1	52,9	58,4	10,7	66,9	39,2	8,3	47,5	33,6	7,3	46,6	25,5	6,6	37,0
Сформована отавна маса редьки олійної у наближеному еквіваленті гною ВРХ															
$N_0P_0K_0$	3,82			5,59			4,95			4,07			2,68		
$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,35			6,99			5,97			5,06			3,84		
$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,59			9,03			6,35			5,80			4,64		

Примітка: N, P, K – відповідно вміст азоту, фосфору та калію

забезпечує при використанні отави як класичного зеленого добрива внесення у ґрунт у середньому по фонах живлення 46,7 кг/га азоту, 8,3 кг/га фосфору та 53,6 кг/га калію. Таке дозування у підсумку забезпечує внесення в ґрунт до 7,2 т/га класичного гною ВРХ за умовного еквівалентного переведення отавної маси у гній, виходячи з стандартних характеристик біохімічної його структури.

Статистично близьким варіанто у поєднанні сформованої сухої речовини та біохімічної сидеральної цінності отави є варіант скошування редьки олійної у фазі цвітіння (ВВСН 60–62), який забезпечив, усереднено по варіантах фонового живлення, внесення азоту на рівні 37,2 кг/га, фосфору 7,1 кг/га та калію 42,0 кг/га відповідно. При цьому еквівалетна норма органіки склала еквівалент гною ВРХ на рівні 5,8 т/га.

Що стосується впливу фонового живлення то у варіанті без фонового удобрення ($N_0P_0K_0$) у середньому по строках скошування потенційно буде нагромаджено в сухій біомасі отави з редьки олійної 26,4 кг/га азоту, 4,90 кг/га фосфору, 32,6 кг/га калію. Для варіанту $N_{30}P_{30}K_{30}$ аналогічні показники будуть у наступному значенні 33,1 кг/га азоту, 6,6 кг/га фосфору42,4 кг/га калію, а для варіанту $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 39,4 кг/га азоту, 8,0 кг/га фосфору та 50,2 кг/га калію. Тобто усереднений приріст у співставленні варіантів $N_{30}P_{30}K_{30}$ /$N_0P_0K_0$ був для азоту у значенні 1,25, для фосфору 1,36 та для калію – 1,30. Приріст ж аналогічних показників при співставленні варіантів $N_{60}P_{60}K_{60}$ /$N_{30}P_{30}K_{30}$ був 1,50, 1,64 та 1,54 відповідно. У підсумку варіанти від 0до 60 кг/га NPK фонового живлення забезпечили потенційно надходження еквівалентної кількості гною ВРХ на рівні 4,22, 5,44 та 6,40 т/га відповідно

Висновки. На підставі отриманих результатів встановлена потенційна можливість ефективного сидерального використання отави редьки олійної за системи її відростання після скошування у фазу в період від бутонізації культури (ВВСН 50–52) до

фази її цвітіння (BBCH 60–62) за вирощування її у доотавному варіанті на мінеральному фоні живлення від $N_0P_0K_0$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$, що потенційно дозволить забезпечити за її вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження отримання потенційної отавної сидеральної маси в еквівалентному переведенні на гній ВРХ в досяжному інтервалі 4,95–9,03 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Цицюра Я.Г., Неїлик М.М., Дідур І.М., Поліщук М.І. Сидерація як базова складова біологізації сучасних систем землеробства. Монографія. Вінниця: Видавець ТОВ «Друк», 2022. 770 с.

2. Alcántara C., Pujadas S., Saavedra M.S. Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. *Agricultural Water Management*. 2011. Vol. 98. №6. P. 1071–1080. DOI: 10.1016/j.agwat.2011.01.016

3. Blanco-Canqui H., Mikha M.M., Presley D.R., Claassen M.M. Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*. 2011. Vol. 75. P. 1471–1482.

4. Цицюра Я.Г., Цицюра Т.В. Редька олійна. Стратегія використання та вирощування: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 624 с.

5. Justes E., Mary B., Nicolardot B. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed rape volunteers and oilseed rape residues incorporation for reducing nitrate leaching. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 1999. Vol. 55. P. 207–220. DOI: 10.1023/A:1009870401779

6. Lal R. Soil management for carbon sequestration. *South African Journal of Plant and Soil*. 2021. Vol. 38. P. 231–237. DOI: 10.1080/02571862.2021.1891474

7. Thomsen I. K., Hansen E. M. Cover crop growth and impact on N leaching as affected by pre- and postharvest sowing and time of incorporation. *Soil use and management*. 2014. Vol. 30, Iss. 1. P. 48–57. DOI: 10.1111/sum.12083

8. Clark A. Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD. 2007. URL: http://www.sare.org/publications/covercrops.htm) (дата звернення 20.11.2025)

9. Gaudin A., Mitchell J., Westphal A., Williams N. Management and Benefits of Cover Crops in Almonds. ABC Report on Project STEWCROP7. 2020. 47 p.

10. de Ruijter F.J., Huijsmans J.F.M., Rutgers B. Ammonia volatilization from crop residues and frozen green manure crops. *Atmospheric Environment*. 2010. Vol. 44. № 28. P. 3362–3368. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2010.06.019

11. Jahanzad E., Barker A.V., Hashemi M., Eaton T., Sadeghpour A., Weis S.A. Nitrogen release dynamics and decomposition of buried and surface cover crop residues. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. №4. P. 1735–1741. DOI: 10.2134/agronj2016.01.0001

12. Quintarelli V., Radicetti E., Allevato E., Stazi S.R., Haider G., Abideen Z., Bibi S., Jamal A.. Mancinelli R. Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture*. 2022. Vol. 12. 2076. DOI: 10.3390/ agriculture12122076

13. Tsytsiura Y., Palamarchuk V., Krychkovskyi V., Tkachuk O. Oilseed radish. Agro-potential in the system of green manure, biofumigation, phytoremedial and bioenergy use. Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 808 p.

14. Tsytsiura Y. Evaluation of Ecological Adaptability of Oilseed Radish (Raphanus sativus L. var. oleiformis Pers.) Biopotential Realization in the System of Criteria for Multi-Service Cover Crop. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25. Iss. 7. P. 265–285. DOI: 10.12911/22998993/188603.

15. Tsytsiura Y. Potential of oilseed radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC). *Agronomy Research*. 2024. Vol. 22. №2. P. 1026–1070. DOI: 10.15159/AR.24.086

16. Цицюра Я.Г. Спосіб сівби редьки олійної для формування кормових і насінницьких її посівів в єдиному технологічному циклі. Патент України на корисну модель № 119371. Україна A01B 79/02 (2006.01). № u 2017 02895. Опубліковано 25.09.2017. Бюл. № 18. 4 с.

17. Сайко В. Ф. Особливості проведення досліджень з хрестоцвітими олійними культурами. К.: «Інститут землеробства НААН» 2011. 76 с.

18. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). 2017. TG/178/3, UPOV, Geneva. 19 p.

19. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрономічної хімії: Навч. посібник. Карасюк І. М., Геркіял О. М., Недвига М. В. та ін., за ред. І. М. Карасюка. Київ: ЗАТ «НІЧЛАВА», 2001. 192 с.

20. Зоохімічний аналіз кормів. Хімічний та атомно-адсорбційний аналіз кормів: Навчальний практикум / О.О. Лавринюк, В.А. Бурлака; за ред. В.А. Бурлаки. Житомир, 2016 110 с.

21. AOAC. Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC, 2012. P. 101–130.

22. Composts & Fertilisers. 2023. NPK Nutritional Values of Animal Manures & Compost Etc. Available online: https://www.allotment-garden.org/composts-fertilisers/npk-nutritional-values-animal-manures-compost/#google_vignette (date of application 24.11.2025 р.).

23. Brown C. Available Nutrients and Value for Manure from Various Livestock Types. Factsheet № 21077. AGDEX 538. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Queen's Printer for Ontario. 2021. 10 p.

24. Rumsey D.J. Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc. 2016. 408 p.

25. Pen W., Du Z., Wang H., Lei S. Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions: Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions. *Chinese journal of eco-agriculture*. 2009. Vol. 17. №3. P. 436–442. DOI: 10.3724/SP.J.1011.2009.00436

26. Raksun A., Ilhamdi L., Merta I. W., Mertha I. G. Vegetative Growth Analysis of Mustard Greens (*Brassica juncea* L) Consequences of Vermicompost and Urea Fertilizer Treatment. *Jurnal Biologi Tropis*. 2024. Vol. 24. №3. P. 800–806. DOI: 10.29303/jbt.v24i3.7517

27. Khan N. A., Lone P. M. Effects of early and late season defoliation on photosynthesis, growth and yield of mustard (*Brassica juncea* L.). *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 2005. Vol. 17. №1. P. 181–186. DOI: 10.1590/S1677-04202005000100015

REFERENCES:

1. Tsytsiura, Ya.H., Neilyk, M.M., Didur, I.M., & Polishchuk, M.I. (2022). Syderatsiia yak bazova skladova biolohizatsii suchasnykh system zemlerobstva [*Green manuring as a fundamental component of the biological intensification of modern farming system*]. Monohrafiia. Vinnytsia: Vydavets TOV «Druk» [in Ukrainian].

2. Alcántara, C., Pujadas, S., & Saavedra, M.S. (2011). Management of cruciferous cover crops by mowing for soil and water conservation in southern Spain. *Agricultural Water Management*. 98(6), 1071–1080

3. Blanco-Canqui, H., Mikha, M.M., Presley, D.R., Claassen, M.M. (2011). Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*. 75, 1471–1482

4. Tsytsiura, Ya.H., & Tsytsiura, T.V. (2015). Redka oliina. Stratehiia vykorystannia ta vyroshchuvannia: monohrafiia [*Oilseed Radish: Strategies for Use and Cultivation: Monograph*]. Vinnytsia: TOV «Nilan LTD» [in Ukrainian].

5. Justes, E., Mary, B., & Nicolardot, B. Comparing the effectiveness of radish cover crop, oilseed rape volunteers and oilseed rape residues incorporation for reducing nitrate leaching. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 55, 207–220

6. Lal, R. (2021). Soil management for carbon sequestration. *South African Journal of Plant and Soil*. 38, 231–237

7. Thomsen, I. K., & Hansen, E. M. (2014). Cover crop growth and impact on N leaching as affected by pre- and postharvest sowing and time of incorporation. *Soil use and management*. 30(1), 48–57

8. Clark, A. (2007). Managing cover crops profitably. 3rd ed. National SARE Outreach Handbook Series Book 9. National Agricultural Laboratory, Beltsville, MD. URL: http://www.sare.org/publications/covercrops.htm) (data zvernennia20.11.2025)

9. Gaudin, A., Mitchell, J., Westphal, A., & Williams, N. (2020). Management and Benefits of Cover Crops in Almonds. ABC Report on Project STEWCROP7

10. de Ruijter, F.J., Huijsmans, J.F.M., Rutgers, B. (2010). Ammonia volatilization from crop residues and frozen green manure crops. *Atmospheric Environment*. 44(28), 3362–3368

11. Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M., Eaton, T., Sadeghpour, A., & Weis, S.A. (2016). Nitrogen release dynamics and decomposition of buried and surface cover crop residues. *Agronomy Journal*. 108(4), 1735–1741

12. Quintarelli, V., Radicetti, E., Allevato, E., Stazi, S.R., Haider, G., Abideen, Z., Bibi, S., Jamal, A.. & Mancinelli, R. (2022). Cover Crops for Sustainable Cropping Systems: A Review. *Agriculture.* 12, 2076

13. Tsytsiura, Y., Palamarchuk, V., Krychkovskyi, V., & Tkachuk, O. (2025). Oilseed radish. Agro-potential in the system of green manure, biofumigation, phytoremedial and bioenergy use. Scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing

14. Tsytsiura, Y. (2024). Evaluation of Ecological Adaptability of Oilseed Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.) Biopotential Realization in the System of Criteria for Multi-Service Cover Crop. *Journal of Ecological Engineering*. 25(7), 265–285

15. Tsytsiura, Y. (2024). Potential of oilseed radish (Raphanus sativus l. var. oleiformis Pers.) as a multi-service cover crop (MSCC). *Agronomy Research*. 22(2), 1026–1070

16. Tsytsiura, Ya.H. (2017). Sposib sivby redky oliinoi dlia formuvannia kormovykh i nasinnytskykh yii posiviv v yedynomu tekhnolohichnomu tsykli. [Method of sowing oil radish for the formation of fodder and seed crops in a single technological cycle] Patent Ukrainy na korysnu model № 119371. Ukraina A01B 79/02 (2006.01). № u 2017 02895. Opublikovano 25.09.2017. Biul. № 18 [in Ukrainian].

17. Saiko, V. F. (2011). Osoblyvosti provedennia doslidzhen z khrestotsvitymy oliinymy kulturamy [*Features of research with cruciferous oilseedseeds*]. K.: «Instytut zemlerobstva NAAN» [in Ukrainian].

18. Test Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of Fodder Radish (*Raphanus sativus* L. var. *oleiformis* Pers.). (2017). TG/178/3, UPOV, Geneva

19. Ahrokhimichnyi analiz gruntu, roslyn i dobryv na laboratornopraktychnykh zaniattiakh z ahronomichnoi khimii: Navch. posibnyk [*Agrochemical Analysis of Soil, Plants, and Fertilizers in Laboratory and Practical Classes in Agronomic Chemistry: Textbook*]. Karasiuk, I. M., Herkiial, O. M., & Nedvyha, M. V. (2001). Kyiv: ZAT «NIChLAVA» [in Ukrainian].

20. Lavryniuk O.O., Burlaka V.A. (2016). Zookhimichnyi analiz kormiv. Khimichnyi ta atomno-adsorbtsiinyi analiz kormiv: Navchalnyi praktykum [*Zoochemical analysis of feeds. Chemical and atomic absorption analysis of feed: A training workshop*] / za red. V.A. Burlaky. Zhytomyr [in Ukrainian].

21. AOAC. (2012). Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th Edition, Washington DC

22. Composts & Fertilisers. (2023). NPK Nutritional Values of Animal Manures & Compost Etc. Available online: https://www.allotment-garden.org/composts-fertilisers/npk-nutritional-values-animal-manures-compost/#google_vignette (date of application 24.11.2025 р.)

23. Brown, C. (2021). Available Nutrients and Value for Manure from Various Livestock Types. Factsheet № 21077. AGDEX 538. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Queen's Printer for Ontario

24. Rumsey, D.J. (2016). Statistics For Dummies. 2nd Edition. John Wiley & Sons Inc.

25. Pen, W., Du, Z., Wang, H., & Lei, S. (2009). Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions: Impact of mowing on plant regrowth under different resource conditions. *Chinese journal of eco-agriculture*. 17(3), 436–442

26. George, L., & Rao, P. S. (1980). In vitro Regeneration of Mustard Plants (*Brassica juncea* var. RAI-5) on Cotyledon Explants from Non-irradiated, Irradiated and Mutagen-treated seed. *Annals of Botany*. 46(1), 107–112

27. Raksun, A., Ilhamdi, L., Merta, I. W., & Mertha, I. G. (2024). Vegetative Growth Analysis of Mustard Greens (*Brassica juncea* L) Consequences of Vermicompost and Urea Fertilizer Treatment. *Jurnal Biologi Tropis*. 24(3) 800–806

Цицюра Я.Г., Яковець Л.А. Потенціал отавного відростання редьки олійної для сидерального її використання залежно від строків скошування та фонового мінерального удобрення

Метою досліджень було встановити можливість продуктивного сидерального використання сформованої біомаси отави редьки олійної отриманої після її відростання культури з оцінкою впливу на цей показник строків скошування редьки олійної та фонового передпосівного удобрення у перріод доотавного вирощування.

Методи. Дослідження було проведено впродовж 2022–2024 років на базі дослідного поля Вінницького НАУ на сірих лісових ґрунтах з середнім потенціалом родючості. Повторність у досліді чотирьохразова. Розміщення варіантів – систематичне у два яруси. Дослід передбачав вивчення як біопродуктивності отриманої отави за виходом вегетативної надземної маси, так і сухих речовин, а також біохімічне дослідження отавної маси на вміст азоту, фосфору та калію для комплексної сидеральної та удобрювальної оцінки отриманої отави.

Результати. Встановлена технологічна ефективність та доцільність повторного культивування редьки олійної на високому її зрізі (10–12 см) у фенологічну стадію бутонізації–цвітіння що забезпечує можливість її сидерального використання під наступні культури у сівозміні нехрестоцвітої групи з досяжним удобрювальним потенціалом до 8–16 т/га вегетативної сирої маси (0,8–1,6 т/га у сухій речовині), яка еквівалентна 5–9 т/га класичного гною ВРХ.

Висновки. Доведена ефективність та ґрунтовідновлювальна доцільність сидерального використання отави редьки олійної за її у фенологічні фази в період від бутонізації (BBCH 50–52) до цвітіння (BBCH 60–62) при застосуванні фонового припосівного удобрення при посіві редьки олійної у широкому інтервалі технологічних можливостей від $N_0P_0K_0$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$, що дозволить сформувати за її вирощування на сірих лісових ґрунтах в умовах нестійкого зволоження потенційної отавної сидеральної маси, яка еквівалентна 4,95–9,03 т/га класичному гноєві великої рогатої худоби.

Ключові слова: біопродуктивність, отавність, фази скошування, сидеральний удобрювальний потенціал, біоорганічне удобрення.

Tsytsyura Ya.H., Yakovets L.A. The Potential of Regrowth Biomass of Oilseed Radish for Its Use as Green Manure Depending on Cutting Dates and Background Mineral Fertilization

The aim of the research was to determine the possibility of productive green-manure use of the biomass formed from the regrowth of oilseed radish after cutting, with an assessment of the influence of cutting dates and background pre-sowing fertilization during the pre-regrowth cultivation period on this indicator.

Methods. The study was conducted during 2022–2024 at the experimental field of Vinnytsia National Agrarian University on grey forest soils with medium fertility potential. The experiment had four replications. Treatments were arranged systematically in two tiers. The research involved studying both the bioproductivity of the obtained regrowth biomass in terms of above-ground vegetative mass yield and dry matter content, as well as biochemical analysis of the regrowth mass for nitrogen, phosphorus, and potassium content to provide a comprehensive assessment of its suitability as green manure and fertilizer.

Results. The technological effectiveness and feasibility of repeated cultivation of oilseed radish at a high cutting level (10–12 cm) at the phenological stage of budding–flowering were established. This practice enables its use as green manure for subsequent crops in rotations excluding cruciferous species, providing a fertilizing potential of 8–16 t/ha of fresh vegetative mass (0.8–1.6 t/ha dry matter), which is equivalent to 5–9 t/ha of conventional cattle manure.

Conclusions. The efficiency and soil-restorative feasibility of using oilseed radish regrowth as green manure have been demonstrated when cutting is performed at phenological phases from budding (BBCH 50–52) to flowering (BBCH 60–62), with background pre-sowing fertilization ranging from $N_0P_0K_0$ to $N_{60}P_{60}K_{60}$. Under these conditions, it is possible to form regrowth green-manure biomass on grey forest soils with unstable moisture, equivalent to 4.95–9.03 t/ha of conventional cattle manure.

Key words: bioproductivity, regrowth, cutting stages, green-manure fertilizing potential, bioorganic fertilization.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 26.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

УДК 633.854.78:631.8:631.53.011:631.559
DOI https://doi.org/10.32848/0135-2369.2025.84.17

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ СОНЯШНИКУ

ЮРЧЕНКО С.О. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0002-5812-3877
Полтавський державний аграрний університет
ЧАЛЕНКО Б.В. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0000-6674-4289
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
КАРНАУХ В.С. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0006-4002-0534
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
БОЯРСЬКА К. С. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0006-5932-6840
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету
ТУТКА С.О. – студент ІІ курсу магістратури
orcid.org/0009-0001-9223-4773
Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології
Полтавського державного аграрного університету

Постановка проблеми. Соняшник посідає одне з провідних місць серед олійних культур у світі та є ключовою культурою в аграрному секторі України. Завдяки високій продуктивності та стійкості до різних кліматичних умов він залишається основним джерелом рослинної олії. Для успішного вирощування соняшнику необхідний комплексний підхід до агротехніки: від вибору гібриду і підготовки ґрунту до збирання врожаю [11, 20]. Соняшник є культурою, яка гостро реагує на нестачу мікроелементів, що відразу позначається на рості, розвитку та продуктивності рослин. У сучасних агровиробничих умовах забезпечення високої продуктивності соняшнику потребує оптимізації системи живлення, зокрема шляхом впровадження ефективних позакореневих підживлень. Такий підхід дозволяє підвищити засвоєння елементів живлення у критичні фази росту, покращити стійкість рослин до абіотичних стресів та забезпечити стабільне формування врожаю при зменшенні агроекологічного навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для нарощування біомаси та отримання високої урожайності соняшник потребує значних доз добрив. Орієнтовна потреба в макроелементах на 1 т продукції (з урахуванням основної та побічної продукції) складає: азоту (N) – 42 кг/т; фосфору (P_2O_5) – 22 кг/т; калію (K_2O) – 104 кг/т; магнію (MgO) – 20 кг/т [1, 4].

Одним із вирішальних факторів високої продуктивності соняшнику є правильне та своєчасне внесення мікроелементів. Сьогодні найефективнішими методами вважаються позакореневе підживлення і безпосереднє внесення в ґрунт. Цей спосіб забезпечує швидке засвоєння поживних речовин і особливо ефективний у фази активного росту – від появи перших справжніх листочків до початку цвітіння. У цей період соняшник відчуває підвищену потребу в мікроелементах, а позакореневе підживлення допомагає рослинам швидше адаптуватися до стресу та посилює обмінні процеси [5, 18].

Внесення мікроелементів у ґрунт має свої переваги. Головною перевагою є те, що поживні речовини відразу надходять в зону кореневої системи, забезпечуючи тривале і рівномірне живлення. Однак ефективність цього методу залежить від структури ґрунту та погодних умов. Наприклад, у щільних або пересушених ґрунтах поглинання елементів знижується, що вимагає додаткової корекції режиму зволоження та розпушування [10, 13].

Комплексні добрива з мікроелементами дозволяють оптимізувати процес підживлення. Вони містять збалансований набір елементів і не викликають несумісності між собою. Такі препарати можна застосовувати як для позакореневого, так і для ґрунтового внесення, забезпечуючи рівномірне надходження елементів живлення та покращуючи фізіологічний стан рослин [19.

До найнеобхідніших елементів відносяться: бор (B), марганець (Mn), мідь (Cu), цинк (Zn) і молібден (Mo). Незважаючи на те, що їх вміст у рослинах незначний (всього 0,001–0,01% сухої маси), роль цих речовин колосальна [19].

Бор (B) є одним з найбільш критичних елементів для соняшнику. Для формування 1 тонни насіння соняшнику необхідно приблизно 50 г доступного бору. Забезпечує нормальне запилення і запліднення, регулює обмін білків і вуглеводів, покращує транспорт цукрів. Основна функція бору – підтримка генеративної стадії. Дефіцит бору призводить до зменшення кількості суцвіть у кошиках, знижує фертильність пилку та виповненість насіння.

Мікроелемент особливо необхідний у фазі 4–6 пар листків (утворення головки). Водночас поглинання бору ґрунтом може бути обмежене в умовах посухи, тобто саме тоді, коли рослина має в ньому найбільшу потребу. Застосування бору в профілактичних цілях перед посухою і спекою знижує активність дихання і випаровування води, підвищуючи стійкість до посухи.

Молібден (Mo) є ключовим елементом для здорового розвитку кореневої системи і ефективного засвоєння азоту. При спільному застосуванні з бором його дія посилюється.

Марганець (Mn) – бере участь у фотосинтезі та азотистому обміні, регулює ферментативну діяльність. Нестача марганцю викликає надмірний ріст листя зі слабкою кореневою системою, через що рослини стають сприйнятливими до ураження збудниками хвороби. Особливо важливо проводити підживлення марганцем на ранніх стадіях розвитку та у фазі бутонізації.

Мідь (Cu) є активатором багатьох окислювально-відновних реакцій і необхідна для синтезу лігніну та формування міцних тканин. При нестачі даного мікроелемента молоді листки бліднуть і навіть можуть побіліти. Регулярне підживлення міддю підвищує міцність стебла і якість насіння.

Цинк (Zn) – важливий для утворення хлорофілу, вітамінів і ферментів. Захищає рослину від температурного стресу та стимулює ріст. При його нестачі лиски деформуються, стають вузькими і жорсткими, особливо в прохолодну погоду, сповільнюється загальний розвиток культури [4, 8, 9].

Таким чином, збалансоване мікродобриво є не просто доповненням до основної системи живлення соняшнику, а одним із ключових факторів, що визначають його врожайність, стабільність та якість насіння.

Практика та дослідження показують, що застосування мікроелементів при вирощуванні соняшнику дає помітний ефект. Рослини, які отримують збалансоване живлення, формують більш потужну кореневу систему, стійкі до стресів і дають стабільний урожай навіть у складних кліматичних умовах [2].

За даними Уманського національного університету садівництва, збалансоване забезпечення соняшнику мікроелементами (зокрема, залізом, марганцем і цинком) сприяє реалізації генетичного потенціалу культури. Застосування цих елементів у технологічній схемі вирощування підвищує продуктивність і покращує структуру врожаю [15].

Численні польові випробування підтверджують, що рослини, доповнені мікроелементами, виявляють підвищену посухостійкість та жаростійкістю. Це пов'язано з підвищенням антиоксидантної активності клітин і поліпшенням метаболічних процесів, що допомагає рослинам зберігати життєздатність в умовах стресу [6, 7, 17].

Порівняльний аналіз урожайності показав, що використання мікроелементів підвищує врожайність на 15–25 % порівняно з контрольними ділянками, де не вносили добрива. Таким чином, включення мікроелементів у систему живлення соняшнику є не просто додатковим заходом, а обов'язковою умовою отримання стабільних і високих урожаїв [13, 14, 18].

Використання мікроелементів у технології вирощування соняшнику є не тільки ефективним, але й необхідним заходом, спрямованим на підвищення врожайності та покращення якості продукції. Збалансоване живлення мікроелементами дозволяє рослинам максимально реалізувати свій потенціал, підвищити стійкість до стресових факторів і забезпечити стабільні результати за різних погодних умов.

Для досягнення оптимального ефекту слід ретельно підходити до питань дозування та періоду внесення мікроелементів. На кожному етапі вегетації соняшник має різні потреби в живленні. У період активного росту і бутонізації рекомендується проводити позакореневе підживлення мікроелементами. Оптимальними фазами є фази 4–6 листків, початок бутонізації та початок цвітіння [1].

У сучасному сільському господарстві активно впроваджуються вдосконалені системи живлення культур, зокрема із залученням позакореневих підживлень. Якщо ще кілька десятиліть тому цей агроприйом вважався рідкісним явищем, то сьогодні він став невід'ємною частиною технологічних карт вирощування багатьох культур, у тому числі соняшнику. Водночас, незважаючи на широке застосування, навколо позакореневих підживлень досі існує низка помилкових уявлень, зокрема щодо їх доцільності та ефективності. У деяких регіонах навіть побутує думка про їхню непотрібність. У зв'язку з цим дослідження впливу позакореневого підживлення на ріст, розвиток та продуктивність соняшнику є своєчасним та актуальним.

Мета статті встановлення закономірностей формування врожайності гібридів соняшнику залежно від варіантів позакореневого підживлення в умовах Лівобережного Лісостепу.

Матеріали та методика досліджень. Польові дослідження впливу позакореневого підживлення на формування урожайності гібридів соняшнику проводили в виробничих умовах господарства Полтавської області протягом 2024 – 2025 років. Згідно з природно-географічним районуванням, господарство розташоване в зоні нестійкого зволоження центральної частини Лісостепу. Рівень залягання ґрунтових вод сягає близько 5 метрів. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений типовим суглинковим чорноземом, який за своїми фізичними властивостями належить до найсприятливіших для вирощування польових культур, у тому числі й соняшнику. Агрохімічна характеристика ґрунту на ділянці: вміст гумусу (за Тюріним): у шарі 0–25 см – 3,32%, у шарі 20 – 40 см – 3,25%; вміст легкогідролізованого азоту – 88,2 мг/кг; кількість рухомої сполуки фосфору – 71,3 мг/кг; вміст обмінного калію – 93,4 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (pH 6,2–6,5). Ємність поглинання в орному шарі становить 35,0 – 41,0 мг-екв., на 100 г ґрунту. Щільність ґрунту варіює в межах 1,06 – 1,23 г/см³, загальна пористість – 55,6 – 58,7%, а найменша польова вологоємність становить 29,7–32,1 мм.

У цілому технологічна схема вирощування соняшнику відповідала типовим вимогам для господарств Лівобережного Лісостепу, за винятком експериментальних елементів, передбачених програмою дослідження. Відповідно до неї проводилися польові спостереження, обліки та аналіз основних показників розвитку рослин. Попередньою культурою виступала соя. У дослідженнях використовували: середньоранній лінолевий гібрид Сурест HTS, середньостиглий гібрид Сурелі HTS.

Позакореневе підживлення рослин у досліді здійснювали за такими варіантами: контроль (без внесення добрив); Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків); Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6–8 листків); Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6–8 листків); комплексне внесення: Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків) + Аміно Ксеріон (0,5 л/га) + Скудеро Борон РК (0,5 л/га) у фазі 6–8 листків.

Варіанти досліду розміщували систематично у чотириразовій повторності. Площа облікової ділянки складала 210 м^2. Урожайність визначали суцільним методом, що передбачав збирання всього врожаю з облікової ділянки кожного варіанту, з подальшим перерахунком на 100 % чистоту і вологість 8 % насіння соняшнику.

Для характеристики індивідуальної продуктивності рослин соняшнику у варіантах досліду проводили за основними елементами продуктивності: діаметр кошика (см), маса насіння з кошика (г), вихід насіння з кошика (%), маса 1000 насінин (г).

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням дисперсійного та кореляційного аналізу із застосуванням програмних засобів Microsoft Excel та Statistica [14].

Результати досліджень. Під час вирощування соняшнику важливо розуміти, з яких складових формується його урожайність, адже це дає змогу цілеспрямовано регулювати процес утворення врожаю. Основними структурними елементами продуктивності культури є діаметр кошика, маса насіння з одного кошика, вихід насіння та маса тисячі насінин. Для ефективного управління формуванням урожайності необхідно комплексно досліджувати вплив різних агротехнологічних чинників на розвиток цих показників. Результати визначення основних елементів продуктивності рослин соняшнику представлені в таблиці 1.

Раннє позакореневе підживлення рослин соняшнику у фазі 4 листків (Controlval PH) забезпечило помітне підвищення маси насіння та виходу насіння з кошика у досліджуваних гібридів, але ефект не такий суттєвий, як у інших варіантах досліду. У гібриду Сурест HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 3,6 %, маси насіння з кошика – на 11,98 %, виходу насіння з кошика – на 8,37 %, маси 1000 насінин – га 8,18 %.

У гібриду Сурелі HTS спостерігалося дещо менше збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 4,02 %, маси насіння з кошика – на 4,4 %, виходу насіння з кошика – на 6,75 %, маси 1000 насінин – на 4,81 %.

У варіанті із застосуванням Аміно Ксеріон (0,5 л/га) у фазі 6-8 листків було відмічено більш інтенсивне стимулювання росту і розвитку рослин соняшнику. У гібриду Сурест HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 10,84 %, маси насіння з кошика – на 9,22 %, виходу насіння з кошика – на 6,73 %, маси 1000 насінин – га 11,38 %. У гібриду Сурелі HTS спостерігалося наступне збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 9,20 %, маси насіння з кошика – на 7,34 %, виходу насіння з кошика – на 11,82 %, маси 1000 насінин – га 8,13 %.

У варіанті із позакореневим підживленням бором Скудеро Борон РК (0,5 л/га) у фазі 6-8 листків спостерігається не суттєвий ефект на формування основних елементів продуктивності рослин соняшнику. Зокрема, у гібриду Сурест HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 5,42 %, маси насіння з кошика –

Таблиця1 – Елементи продуктивності соняшнику залежно від варіанту позакореневого підживлення, середнє за 2024-2025 рр.

Гібрид	Варіант	Діаметр кошика, см	Маса насіння з кошика, г	Вихід насіння з кошика, %	Маса 1000 насінин, г
Сурест HTS	1*	16,6	43,4	49,0	50,1
	2*	17,2	48,6	53,1	54,2
	3*	18,4	47,4	52,3	55,8
	4*	17,5	46,1	50	53,7
	5*	19,4	52,3	55,2	57,6
Сурелі HTS	1*	17,4	47,7	53,3	54,1
	2*	18,1	49,8	56,9	56,7
	3*	19,0	51,2	59,6	58,5
	4*	18,3	48,5	57,6	55,2
	5*	20,1	54,2	62,0	61,4
НІР $_{0,05}$		1,53	4,38	4,28	4,25

Примітка: 1* – Контроль (без підживлення); 2* – Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків); 3* – Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків); 4* – Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків); 5* – Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків)+ Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків)+ Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків).

на 6,22 %, виходу насіння з кошика – на 2,04 %, маси 1000 насінин – га 7,19 %. У гібриду Сурелі HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 5,17 %, маси насіння з кошика – на 1,68 %, виходу насіння з кошика – на 8,07 %, маси 1000 насінин – га 2,03 %.

Варіант: Controlval PH (0,3 л/га, фаза 6-8 листків)+ Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків)+ Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків) поєднує в собі стимулятор росту, амінокислоти і бор і має найвищий ефект серед усіх варіантів. Дана комбінація забезпечила покращення кількісних і якісних параметрів. Передусім, у гібриду Сурест HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 16,87 %, маси насіння з кошика – на 20,51 %, виходу насіння з кошика – на 12,04 %, маси 1000 насінин – на 14,97 %. У гібриду Сурелі HTS спостерігалося збільшення показників порівняно з контролем: діаметра кошика – на 15,52 %, маси насіння з кошика – на 13,63 %, виходу насіння з кошика – на 16,32%, маси 1000 насінин – га 13,49 %.

Проведені нами дослідження вказують на те, що рівень урожайності досліджуваних гібридів соняшнику змінювався за роками спостережень, що було зумовлено різною забезпеченістю вологою, коливаннями температурного режиму та погодними умовами у період вегетації. Зокрема, більш сприятливі гідротермічні умови сприяли активнішому формуванню репродуктивних органів і накопиченню сухої речовини, тоді як у роки з дефіцитом вологи спостерігалося зниження маси насіння та зменшення діаметра кошика.

Крім кліматичних умов, помітний вплив на урожайність мав фактор позакореневого підживлення рослин, про що свідчать дані представлені в таблиці 2.

Результати польового досліду показують, що застосування різних варіантів позакореневого підживлення позитивно вплинуло на формування урожайності досліджуваних гібридів: Сурест HTS і Сурелі HTS. Урожайність у 2025 році була вищою, ніж у 2024 році, що можна пояснити сприятливішими погодними умовами або кращою реалізацією потенціалу гібридів.

В середньому за два роки досліджень урожайність гібриду Сурест HTS у контрольному варіанті становила 1,85 т/га. За умов застосування препарату Controlval PH у фазі 4 листків урожайність зросла до 2,06 т/га, що на 0,21 т/га більше. Аналогічна тенденція спостерігалася при застосуванні Аміно Ксеріон у фазі 6-8 листків, де приріст урожайності порівняно з контролем складав 0,16 т/га.

Найкращі результати було одержано у варіанті з комплексним внесенні препаратів (Controlval PH (0,3 л/га, фаза 6-8 листків)+ Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків)+ Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків)), коли урожайність досягала 2,21 т/га, що перевищувало контроль на 0,36 т/га. Це підтверджує ефективність взаємодії між амінокислотним, борвмісним та мікроелементним живленням, що забезпечує підвищення інтенсивності фотосинтетичних процесів і підвищує засвоєння азоту, фосфору та калію з ґрунту.

Гібрид Сурелі HTS за умов даного досліду характеризувався вищими базовими показниками урожайності, що зумовлено його підвищеною генетичною продуктивністю та адаптивними властивостями до несприятливих умов вирощування. У контрольному варіанті середня урожайність складала 2,02 т/га, а за дії позакореневого підживлення приріст урожайності складав від 0,09 т/га до 0,27 т/га. Найвищий ефект даного агрозаходу був відмічений у варіанті з комплексним застосуванням препаратів, що забезпечило збільшення урожайності на 0,27 т/га порівняно з контролем. Помірне підвищення урожайності спостерігалося у варіантах із застосуванням у фазі 6-8 листків Аміно Ксеріон і Скудеро Борон РК, що вказує на здатність гібриду соняшнику Сурелі HTS ефекивно реагувати на

Таблиця 2 – Урожайність гібридів соняшнику залежно від варіанту позакореневого підживлення, 2024 – 2025 рр., т/га

Гібрид (фактор А)	Варіант (фактор В)	Рік (фактор С)		Середня за 2024-2025 рр.	Приріст до контролю +,-
		2024	2025		
Сурест HTS	1*	1,74	1,95	1,85	-
	2*	1,93	2,19	2,06	+0,21
	3*	1,88	2,13	2,01	+0,16
	4*	1,83	2,07	1,95	+0,10
	5*	2,07	2,35	2,21	+0,36
Сурелі HTS	1*	1,89	2,15	2,02	-
	2*	1,97	2,24	2,11	+0,09
	3*	2,03	2,30	2,17	+0,15
	4*	1,92	2,18	2,05	+0,03
	5*	2,15	2,44	2,29	+0,27
НІР $_{0,05}$		0,13	0,17	-	-

Примітка: 1* – Контроль (без підживлення); 2* – Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків); 3* – Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків); 4* – Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків); 5* – Controlval PH (0,3 л/га, фаза 4 листків)+ Аміно Ксеріон (0,5 л/га, фаза 6-8 листків)+ Скудеро Борон РК (0,5 л/га, фаза 6-8 листків).

додаткове живлення навіть при одноразовому внесенні стимуляторів росту та мікродобрив.

Порівняльний аналіз даних урожайності досліджуваних гібридів соняшнику продемонстрував, що Сурест HTS більше реагував на позакореневе підживлення, тобто його урожайність залежала від рівня живлення рослин, а Сурелі HTS проявив більш стабільну реакцію і забезпечив кращу урожайність навіть у контрольному варіанті.

За результатами кореляційного аналізу (рис. 2) було встановлено сильна позитивна кореляція між урожайністю і діаметром кошика (r=0,83), масою насіння з рослини (r=0,89), і масою 1000 насінин (r=0,84).

За результатами дисперсійного аналізу було встановлено роль окремих факторів у формуванні урожайності (рис 1).

Отже, найбільшу частку – впливу на формування урожайності насіння соняшнику мав фактор С (рік), яка складала 48,15 %, що вказує на вирішальну роль погодних умов, зокрема забезпеченості вологою, температурного режиму та сонячної радіації у реалізації продуктивності соняшнику. На другому місці був вплив варіантів позакореневого підживлення, частка впливу якого складала 35,76 %. Частка впливу особливостей гібриду складала 11,93 %, адже біологічний потенціал та морфологічно-фізіологічні особливості гібридів істотно визначають рівень урожайності, але реалізуються залежно від умов року та рівня живлення. Взаємодія між факторами (2,96%) та інші (випадкові) чинники (1,20%) мали незначний вплив на формування урожайності.

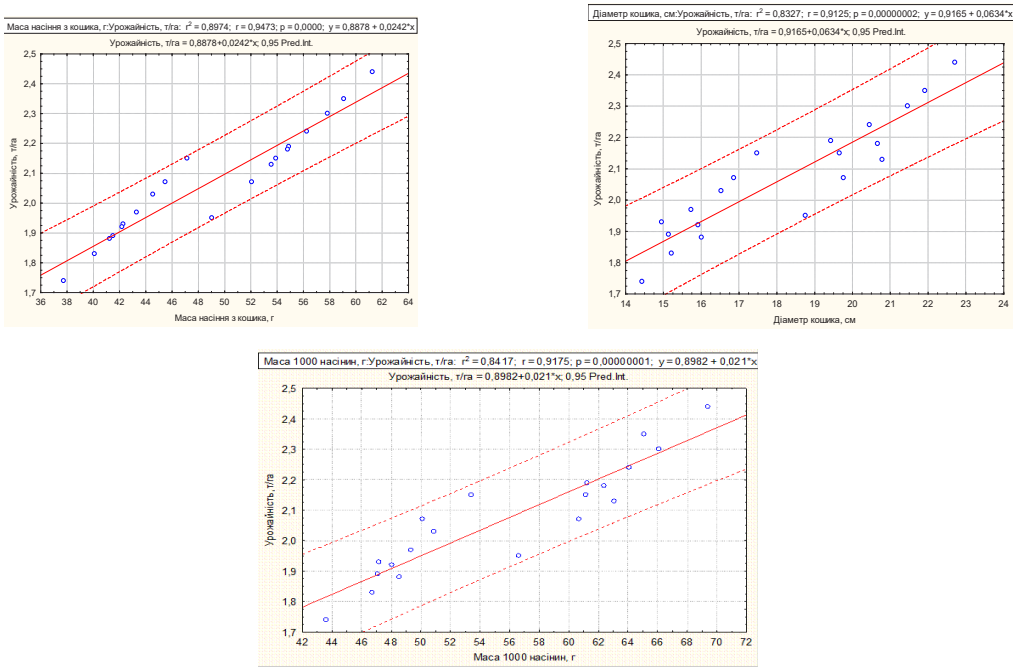

Рис. 2. Кореляція між урожайністю та основними елементами продуктивності соняшнику (2024 – 2025 рр.)

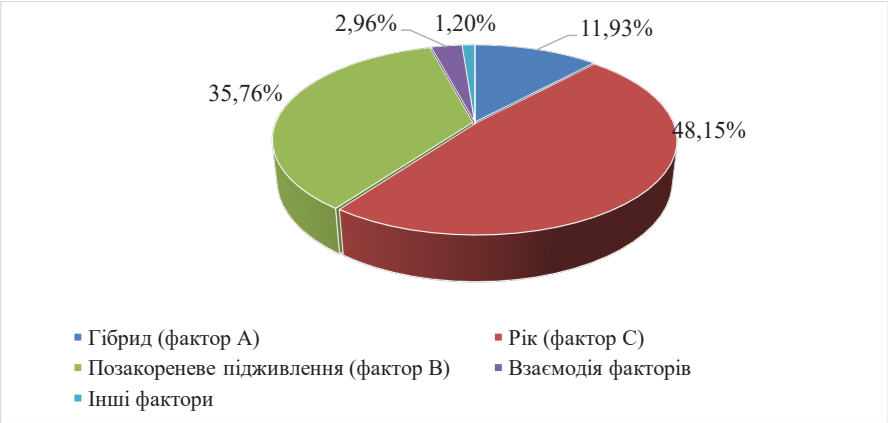

Рис. 1. Частка впливу факторів на формування урожайності соняшнику (2024 – 2025 рр.)

Висновки. Під дією позакореневого підживлення виявлено покращення основних елементів продуктивності соняшнику, зокрема: маси 1000 насінин, діаметра кошика, маси насіння з кошика, виходу насіння з кошика. Найкращі показники відмічені у варіанті з комплексним позакореневим підживленням.

Також, застосування позакореневого підживлення посприяло істотному підвищенню урожайності досліджуваних гібридів порівняно з контролем. Найбільш ефективним був варіант з комплексним застосуванням препаратів Controlval PH, Аміно Ксеріон і Скудеро Борон РК, який забезпечив збільшення урожайності на 16,41 %.

За умов проведених досліджень гібрид Сурест HTS більше реагував на позакореневе підживлення, тобто його урожайність залежала від рівня живлення рослин, а Сурелі HTS проявив більш стабільну реакцію і забезпечив кращу урожайність навіть у контрольному варіанті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Боровська І. Фізіологічні потреби соняшника – новий виклик природи. 2020. Зерно. № 7. 38–39.

2. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. Agrology. 2020. № 4, Т.3. С. 225–231.

3. Гангур В. В., Космінський О. О. Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування соняшнику. Scientific Progress & Innovations. 2024. No 27 (1). С. 13–18. DOI: 10.31210/spi2024.27.01.02

4. Гутянський Р.А., Кузьменко Н.В., Огурцов Ю.Є., Глубокий О.М. Біологічна врожайність високоолеїнового соняшнику залежно від ґрунтового та позакореневого удобрення. Вісник аграрної науки. 2025, № 7 (868). С.39–46.

5. Лазеба О.В Позакореневе підживлення комплексними мікродобривами як засіб підвищення врожаю гібридів соняшнику (helianthus annuus l.) в умовах лівобережної частини лісостепу України. Зрошуване землеробство. Збірник наукових праць. Випуск 71. С. 82–86.

6. Ласло О. О. Показники ефективності застосування регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшника за умов глобальних кліматичних змін. Вісник ПДАУ. 2022. № 2. С. 107–113. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.12.

7. Ласло О. О. Ефективність впливу рістрегулюючих препаратів та комплексних добрив на урожайність соняшника. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2022. Вип. 125. С. 72–77. DOI: https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.125.10

8. 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.

9. Мазур В.А., Дідур І.М., Циганський В.І., Маламура С.В. Формування продуктивності гібридів соняшника залежно від рівня удобрення та умов зволоження. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 19. С. 208–220.

10. Ткаліч Ю.І. Вплив мікродобрив і стимуляторів росту рослин на продуктивність соняшнику у північному Степу України. Науковий журнал Інституту олійних культур НААН. 2016. № 23. С. 169–177.

11. Ткачук О.П., Бондарук Н.В. Фактори інтенсифікації та екологізації вирощування соняшнику. Аграрні інновації. 2023. №18. С. 120–127. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17

12. Тоцький В.М., Гангур В.В., ПоляковІ.А. Урожайність та якість використання гібридів соняшнику (Helianthus annuus. L) залежно від системи удобрення. Науковий прогрес та інновації. 2024. №27 (3). С. 5–11.

13. Цицюра Я.Г., Дідур І.М. Оптимізація удобрення соняшника за рахунок застосування біологічних препаратів в умовах Лісостепу правобережного. сільське господарство та лісництво, 2021. №23 С. 36–50.

14. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів в землеробстві. Херсон: «Айлант», 2013. 378 с.

15. Циганський В.І. Оптимізація системи удобрення соняшнику на основі використання сучасних мікробіологічних добрив. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 4 (19). С. 65–75.

16. Шакалій С.М. Формування врожайності та якості насіння соняшнику залежно від позакореневого підживлення. Зернові культури. 2017. Т. 1. № 1. С. 69–74.

17. Шакалій С. М., Юрченко С. О., Баган А. В., Шевченко В. В., Зароза А. О. Особливості росту та розвитку соняшника залежно від біопрепаратів. Вісник ПДАА. 2022. № 3. С. 11–17.

18. Шейко І.М. Якісні показники насіння різностиглих гібридів соняшнику залежно від підживлення мікродобривами в умовах Лісостепу західного. Аграрні інновації. 2025. № 29. С. 213–217. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.34

19. Юрченко С. О., Баган А. В., Шакалій С. М., Годунок А. Д. Вплив позакореневого підживлення на формування урожайності сортів помідора їстівного (Solanum lycopersicum L.). Аграрні інновації. 2025. № 29. С. 234–243. DOI: https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.37

20. Юрченко С.О., Міщенко О.В., Шакалій С.М., Катинський В.В. Формування урожайності соняшнику за різних способів основного обробітку ґрунту. Таврійський науковий вісник. 2023. № 134. С. 215–222. DOI https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.28

REFERENCES:

1. Borovska I. (2020). Fiziolohichni potreby soniashnyka – novyi vyklyk pryrody [Physiological needs of sunflower – a new challenge from nature]. Zerno, 7, 38–39. [in Ukrainian].

2. Hamaiunova V.V., Kudrina V.S. (2020). Formuvannia produktyvnosti soniashnyku pid vplyvom pozakorenevykh pidzhyvlen suchasnymy biopreparatamy v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy

[Formation of sunflower productivity under the influence of foliar feeding with modern biopreparations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. Agrology, 3(4), 225–231. [in Ukrainian].

3. Hangur V.V., Kosminskyi O.O. (2024). Bioenerhetychna otsinka efektyvnosti riznykh rivniv mineralnoho zhyvlennia u tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyku [Bioenergetic assessment of the effectiveness of different levels of mineral nutrition in sunflower cultivation]. Scientific Progress & Innovations, 27(1), 13–18. https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.02 [in Ukrainian].

4. Hutianskyi R.A., Kuzmenko N.V., Ohurtsov Yu.Ye., Hlubokyi O.M. (2025). Biolohichna vrozhainist' vysokoolieinovoho soniashnyku zalezhno vid hruntovoho ta pozakorenevoho udobrennia [Biological yield of high oleic sunflower depending on soil and foliar fertilization]. Visnyk ahrarnoi nauky, 7(868), 39–46. [in Ukrainian].

5. Lazeba O.V. (n.d.). Pozakoreneve pidzhyvlennia kompleksnymy mikrodobryvamy yak zasib pidvyshchennia vrozhaiu hibrydiv soniashnyku (Helianthus annuus L.) v umovakh Livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Foliar feeding with complex micronutrients as a means to increase the yield of sunflower hybrids (Helianthus annuus L.) under the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. Zroshuvalne zemlerobstvo. Zbirnyk naukovykh prats, 71, 82–86. [in Ukrainian].

6. Laslo O.O. (2022). Pokaznyky efektyvnosti zastosuvannia rehuliatoriv rostu roslyn u tekhnolohii vyroshchuvannia soniashnyka za umov hlobalnykh klimatychnykh zmin [Efficiency indicators of plant growth regulators in sunflower cultivation under global climate change]. Visnyk PDAU, *2*, 107–113. https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.12 [in Ukrainian].

7. Laslo O.O. (2022). Efektyvnist' vplyvu ristrehuliuiuchykh preparativ ta kompleksnykh dobryv na urozhaist soniashnyka [Effectiveness of growth regulators and complex fertilizers on sunflower yield]. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriia: Silskohospodarski nauky, 125, 72–77 [in Ukrainian].

8. Lohinova I.V. (2014). Efektyvnist' riznykh form i sposobiv vnesennia mikroelementiv u tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Efficiency of different forms and methods of micronutrient application in agricultural crop cultivation technologies]. Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia: Ahronomiia, *195(1)*, 71–78 [in Ukrainian].

9. Mazur V.A., Didur I.M., Tsyhanskyi V.I., Malamura S.V. (2020). Formuvannia produktyvnosti hibrydiv soniashnyka zalezhno vid rivnia udobrennia ta umov zvolozhennia [Formation of sunflower hybrid productivity depending on fertilization level and moisture conditions]. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo, *19*, 208–220. [in Ukrainian].

10. Tkalich Yu.I. (2016). Vplyv mikrodobryv i stymuliatoriv rostu roslyn na produktyvnist' soniashnyka u pivnichnomu Stepu Ukrainy [Effect of micronutrients and plant growth stimulants on sunflower productivity in the northern Steppe of Ukraine]. Naukovyi zhurnal Instytutu oliinykh kultur NAAN, *23*, 169–177. [in Ukrainian].

11. Tkachuk O.P., Bondaruk N.V. (2023). Faktory intensyfikatsii ta ekolohizatsii vyroshchuvannia soniashnyka [Factors of intensification and ecologization of sunflower cultivation]. Ahrarni innovatsii, 18, 120–127. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.18.17 [in Ukrainian].

12. Totskyi V.M., Hangur V.V., Poliakov I.A. (2024). Urozhaist i yakist vykorystannia hibrydiv soniashnyku (Helianthus annuus L.) zalezhno vid systemy udobrennia [Yield and quality of sunflower hybrids (Helianthus annuus L.) depending on fertilization system]. Naukovyi progres ta innovatsii, 27(3), 5–11. [in Ukrainian].

13. Tsytsiura Ya.H., Didur I.M. (2021). Optymizatsiia udobrennia soniashnyka za rakhunok zastosuvannia biolohichnykh preparativ v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Optimization of sunflower fertilization through the use of biological preparations in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe]. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo, 23, 36–50. [in Ukrainian].

14. Ushkarenko V.O., Vozhehova R.A., Holoborodko S.P., Kokovikhin S.V. (2013). Statystychnyi analiz rezultativ polevykh doslidiv v zemlerobstvi [Statistical analysis of field experiment results in agriculture]. Kherson: Ailant, 378 p. [in Ukrainian].

15. Tsyhanskyi V.I. (2020). Optymizatsiia systemy udobrennia soniashnyka na osnovi vykorystannia suchasnykh mikrobiolohichnykh dobryv [Optimization of sunflower fertilization system based on modern microbiological fertilizers]. Silske hospodarstvo ta lisnytstvo, 4(19), 65–75. [in Ukrainian].

16. Shakalii S.M. (2017). Formuvannia vrozhainosti ta yakosti nasinnia soniashnyku zalezhno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia [Formation of yield and seed quality of sunflower depending on foliar feeding]. Zernovi kultury, 1(1), 69–74. [in Ukrainian].

17. Shakalii S.M., Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shevchenko V.V., Zaroza A.O. (2022). Osoblyvosti rostu ta rozvytku soniashnyka zalezhno vid biopreparativ [Peculiarities of sunflower growth and development depending on biological products]. Visnyk PDAA, 3, 11–17. [in Ukrainian].

18. Sheiko I.M. (2025). Iakisni pokaznyky nasinnia riznostyhlykh hibrydiv soniashnyku zalezhno vid pidzhyvlennia mikrodobryvamy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Quality indicators of seeds of sunflower hybrids with different ripening periods depending on micronutrient feeding in the Western Forest-Steppe]. Ahrarni innovatsii, 29, 213–217. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.34 [in Ukrainian].

19. Yurchenko S.O., Bahan A.V., Shakalii S.M., Hodunok A.D. (2025). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia na formuvannia urozhainosti sortiv pomidora istivnoho (Solanum lycopersicum L.) [Effect of foliar feeding on the yield formation of edible tomato varieties (Solanum lycopersicum L.)]. Ahrarni innovatsii, 29, 234–243. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.37 [in Ukrainian].

20. Yurchenko S.O., Mishchenko O.V., Shakalii S.M., Katynskyi V.V. (2023). Formuvannia urozhainosti soniashnyku za riznykh sposobiv osnovnoho obrobitku ґruntu [Sunflower yield formation under different primary tillage methods]. Tavriiskyi naukovyi visnyk, 134, 215–222. https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.134.28 [in Ukrainian].

Юрченко С.О., Чаленко Б.В., Карнаух В.С., Боярська К.С., Тутка С.О. Вплив позакореневого підживлення на формування урожайності соняшнику

Метою досліду було з'ясувати, як внесення різних препаратів (Controlval PH, Аміно Ксеріон, Скудеро Борон РК) у відповідних фазах розвитку рослин соняшнику впливає на основні елементи продуктивності: діаметр кошика, масу насіння з кошика, вихід насіння, масу 1000 насінин та, відповідно, загальну урожайність.

Методи. У статті представлено результати польових досліджень, проведених у 2024–2025 роках у виробничих умовах господарства Полтавської області, що розташоване в зоні нестійкого зволоження центральної частини Лісостепу України. Дослідження проводилися на гібридах соняшнику Сурест HTS та Сурелі HTS, які мають високий потенціал продуктивності та адаптивності. У досліді застосовували п'ять варіантів позакореневого підживлення, включаючи контроль, внесення препаратів Controlval PH, Аміно Ксеріон, Скудеро Борон РК, а також їхнє комплексне використання. Випробування проводили в чотириразовій повторності, урожайність визначали суцільним методом. Основними елементами оцінки індивідуальної продуктивності рослин були діаметр кошика, маса та вихід насіння з кошика, а також маса 1000 насінин.

Результати. За результатами досліджень було встановлено, що найбільший приріст урожайності забезпечує комплексне поєднання трьох препаратів, яке поєднує стимулятор росту, амінокислоти та мікроелемент бор. Зокрема, для гібрида Сурест HTS урожайність у цьому варіанті зросла на 0,36 т/га або 16,41 % порівняно з контролем. Менший, але також позитивний ефект зафіксовано у варіантах із внесенням окремих препаратів у фазах 4 або 6–8 листків. За допомогою кореляційного аналізу виявлено сильний позитивний зв'язок між урожайністю та діаметром кошика (r = 0,83), масою насіння з рослини (r = 0,89) та масою 1000 насінин (r = 0,84).

Крім агротехнічних чинників, вагомий вплив на результати досліджень мали погодні умови року. Варіаційний аналіз показав, що найбільший вплив на формування урожайності мав рік вирощування (48,15 %), далі – фактор підживлення (35,76 %) та особливості гібриду (11,93 %). Це вказує на необхідність адаптації технологій вирощування до конкретних кліматичних умов.

Висновки. Отже, результати дослідження підтверджують ефективність позакореневого підживлення у підвищенні урожайності соняшнику. Найбільшу віддачу забезпечує комплексне застосування біостимуляторів і мікродобрив, особливо в посушливі роки, що є актуальним у зв'язку зі зміною клімату. Гібрид Сурест HTS виявив більшу чутливість до умов живлення, а Сурелі HTS – стабільність і високу базову продуктивність, що варто враховувати під час розробки адаптивних агротехнологій.

Ключові слова: гібриди, урожайність, елементи продуктивності, стимулятори росту, мікродобрива, Лісостеп, кореляційний аналіз.

Yurchenko S.O., Chalenko B.V., Karnaukh V.S., Boyarska K.S., Tutka S.O. The effect of foliar fertilization on sunflower yield formation

Purpose. The aim of the study was to determine how the application of different preparations (Controlval PH, Amino Xerion, Scudero Boron RK) at specific growth stages of sunflower plants influences the main yield components: head diameter, seed weight per head, seed output, thousand-seed weight, and overall yield.

Methods. The article presents the results of field experiments conducted in 2024–2025 under production conditions in an agricultural enterprise of Poltava region, located in the unstable moisture zone of the central Forest-Steppe of Ukraine. The research was carried out on sunflower hybrids Surest HTS and SURELI HTS, which are characterized by high productivity potential and adaptability. Five variants of foliar fertilization were tested, including a control, applications of Controlval PH, Amino Xerion, Scudero Boron RK, as well as their combined use. Experiments were arranged in four replications, and yield was determined using a continuous harvesting method. The main indicators of individual plant productivity included head diameter, seed weight per head, seed output, and thousand-seed weight.

Results. The study showed that the highest increase in yield was achieved with the combined application of the three preparations, which provided a synergistic effect of a growth stimulator, amino acids, and the microelement boron. In particular, for the Surest HTS hybrid, yield in this variant increased by 0.36 t/ha, or 16.41 %, compared to the control. A smaller but still positive effect was observed in variants where individual preparations were applied at the 4-leaf or 6–8-leaf stages. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between yield and head diameter (r = 0.83), seed weight per plant (r = 0.89), and thousand-seed weight (r = 0.84).

In addition to agrotechnical factors, weather conditions significantly influenced the experimental outcomes. Variance analysis indicated that the year of cultivation had the strongest effect on yield formation (48.15 %), followed by the foliar fertilization factor (35.76 %) and hybrid characteristics (11.93 %). This highlights the importance of adapting cultivation technologies to specific climatic conditions.

Conclusions. The results confirm the effectiveness of foliar fertilization in increasing sunflower yield. The greatest efficiency was achieved with the combined application of biostimulants and micronutrients, especially in dry years, which is highly relevant under current climate change conditions. The Surest HTS hybrid demonstrated greater sensitivity to nutritional conditions, whereas the Sureli HTS hybrid showed stability and high baseline productivity, which should be considered when designing adaptive agronomic technologies.

Key words: hybrids, yield, yield components, growth stimulators, micronutrients, Forest-Steppe, correlation analysis.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 24.11.2025
Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

АВЕРЧЕВ О.В. ……5
БАГАН А.В. ……14
БЕЗВІКОННИЙ П.В. ……20
БЛЯТНИК Т.С. ……53
БОРОВИК В.О. ……41
БОЯРСЬКА К. С. ……108
БУТЕНКО А.О. ……28
ВАСИЛЕНКО С.В. ……35
ВЕРЕЩАГІН І.В. ……35
ВОЖЕГОВА Р.А. ……41
ВОРОНА П. С. ……5
ДАНИЛЬЧЕНКО О.М. ……47
ДАЦЕНКО Д.М. ……14
ДАЦЬКО О.М. ……28
КАЛЕНСЬКА С.М. ……53
КАРНАУХ В.С. ……108
КИСЕЛЬОВ Д.О. ……53
КЛИМИШЕНА Р.І. ……63
КОВАЛЬОВ М.М. ……68
КОРОТУШЕНКО К.Ю. ……14
КРИВЦОВ М.С. ……47
КУЛИК В.П. ……75
МАРЧЕНКО Т.Ю. ……41
МИХАЙЛОВА Д.О. ……68
НІКІТЕНКО М.П. ……5
НІНУА О.В. ……53
НОВАК А.В. ……75
НОВАК Ж.М. ……75
НОВАК М.А. ……75
ПАДАЛКО Т.О. ……82
ПАНФІЛОВА А.В. ……88
ПИЛИПЕНКО Т.В. ……88
ПІДЛУЖНИЙ Е.Г. ……95
ПІЛЯРСЬКА О.О. ……41
РАДЧЕНКО М.В. ……95
РЯБОВОЛ Л.О. ……75
СВИНАР М.М. ……63
СИНЬООК І.В. ……75
СТАВИЦЬКИЙ А.А. ……28
ТЕРЕЩЕНКО А.В. ……88
ТУТКА С.О. ……108
ХАРИТЕНКО Б.Р. ……14
ЦИЦЮРА Я.Г. ……100
ЧАЛЕНКО Б.В. ……108
ЧЕРНИШ Р.І. ……75
ШАКАЛІЙ С.М. ……14
ШАНДРА С.В. ……28
ШЕВЧЕНКО І.А. ……14
ШЕВЧЕНКО О.О. ……68
ЮРЧЕНКО С.О. ……108
ЯКОВЕЦЬ Л.А. ……100

НОТАТКИ

Наукове видання

ЗРОШУВАНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО

Збірник наукових праць

Випуск 84

Відповідальний за випуск – Пілярська О.О.

Підписано до друку 31.12.2025 р. Формат 60х84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 14,42. Наклад 300. Зам. № 0126/092
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1
Телефони: +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.