МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

Допущено до захисту
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Лариса РОЗБОРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
магістра

БІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ СОЧЕВИЦІ НА ФОНІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-б спеціальності 091 Біологія
Олег НАБАБІЙ

Керівник: Руслан ПРИТУЛЯК, к. с.-г. н., доцент

УМАНЬ–2023

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ БОБОВИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й СОЧЕВИЦІ НА ФОНІ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН (огляд літератури) 5

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ 11

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови 11

2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень 15

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 19

3.1. Площа листкової поверхні рослин сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант 19

3.2. Пігментний комплекс рослин сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант 21

3.3. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант 25

3.4. Урожайність зерна сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант 27

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ РИЗОБОФІТ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ 29

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 32

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 33

ДОДАТКИ 39

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасний стан аграрного виробництва характеризується інтенсивним застосуванням хімічних препаратів, що негативно позначається на екологічному стані агроценозів. Проте в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур особливе місце відводиться зернобобовим, зокрема й сочевиці, яка за рахунок азотфіксувального процесу здатна себе забезпечувати азотом та сприяє зниженню норм використання азотних мінеральних добрив під наступні культури сівозміни. Наявні сучасні наукові матеріали засвідчують позитивний вплив біологічних препаратів на функціонування мікробного ґрунтового комплексу та проходження основних біологічних процесів у рослинах за одночасного зростання їх продуктивності і покращення якості врожаю [1, 2]. Нажаль, в літературі недостатньо висвітлено питання комплексного застосування в технології вирощування сільськогосподарських культур мікробних препаратів і регуляторів росту рослин природного походження, зокрема, їх дії на особливості перебігу основних фізіолого-біохімічних процесів та формування продуктивності посівів і якості врожаю сочевиці. Зважаючи на це, підвищення ефективності застосування біологічних препаратів забезпечить розробку рекомендацій виробництву з елементами біологізованої технології вирощування культури, наслідком чого стане розширення джерел забезпечення населення України високоякісним харчовим білком, що в нинішніх умовах є вкрай актуальним.

Мета і завдання дослідження. З'ясувати дію мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин природного походження Регоплант на перебіг основних біологічних і продукційних процесів у рослинах сочевиці.

Об'єкт дослідження – біологічні зміни в рослинах та продуктивність посівів сочевиці за дії мікробного препарату і регулятора росту рослин.

Предмет дослідження – сочевиця сорту Лінза, мікробний препарат Ризобофіт, регулятор росту рослин Регоплант, біологічні процеси у рослинах сочевиці, урожайність культури.

Методи дослідження. Польовий – закладання дослідів у польових умовах для з'ясування ефективності дії мікробного препарату і регулятора росту рослин. Лабораторний – дослідження фізіолого-біохімічними методами кількісних і якісних змін рослинах сочевиці. Статистичний – встановлення на основі дисперсійного та кореляційного аналізів достовірності отриманих даних.

Апробація роботи. Матеріали магістерської роботи доповідались на засіданні студентського гуртка кафедри біології та висвітлені у матеріалах Всеукраїнської наукової Інтернет-конференції приуроченої 95-річчю від дня народження професора З. М. Грицаєнко, УНУС (2023 р.) (Додаток Ж).

РОЗДІЛ 1
БІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ БОБОВИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й СОЧЕВИЦІ НА ФОНІ ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН
(огляд літератури)

Оптимальна науково обґрунтована частка насичення посівів бобовими культурами складає 20–40%, що дозволяє на чверть скоротити обсяги внесення мінерального азоту під наступні зернові культури сівозміни без суттєвого зниження їх продуктивності [3]. Упродовж останніх років серед зернобобових культур відновлює свою популярність сочевиця. Її вирощують для продовольчих і кормових цілей. За вмістом білка (до 36%) в зерні, засвоюваністю організмом людини, за розварюваністю і смаковими якостями вона разом з квасолею переважає всі інші зернобобові культури [4].

Завдяки посиленню тенденції до екологізації аграрного виробництва, при вирощуванні сільськогосподарських культур останнім часом набуло особливої актуальності використання мікробних препаратів, у тому числі й на основі азотфіксувальних бактерій. Біологічна азотфіксація у посівах бобових є своєрідним прикладом безвідходної технології, де коефіцієнт використання азоту в бобово-ризобіальних системах наближається до 100%. Тому, одним із пріоритетних напрямків світового сучасного землеробства є саме використання можливостей симбіотичної азотфіксації для підвищення продуктивності бобових культур та відтворення родючості ґрунтів. У цьому аспекті важливим є з’ясування питання забезпечення високоефективного симбіозу бобових культур із відповідними видами бульбочкових бактерій. Азотфіксувальний потенціал симбіозу бобових культур з ризобіями, присутніми у ґрунті (аборигенними), часто обмежений їх невисокою активністю або недостатньою чисельністю в зоні проростання насіння. У зв’язку з цим, у технологіях вирощування бобових культур обов’язковим агрозаходом повинна бути передпосівна обробка (інокуляція) насіння

мікробними препаратами селекційних штамів відповідних ризобій, яка не тільки сприяє підвищенню продуктивності рослин, а й зумовлює інтродукцію в ґрунтові мікробіоценози високоефективних штамів бульбочкових бактерій. Інокуляція насіння бобових культур мікробними препаратами позитивно впливає на загальний стан рослин: вони формують кращі біометричні показники, у них активізуються метаболічні процеси, зокрема фотосинтез, азотний обмін, підвищується резистентність до фітопатогенів, що, у цілому, позитивно відображається на формуванні врожайності [5, 6].

З-поміж основних елементів живлення рослин азоту належить одне з чільних місць. Невичерпним його джерелом є атмосфера, 78% якої припадає саме на цей елемент. Варто лише сказати, що в повітрі над 1 га земної поверхні міститься понад 80 тис. т молекулярного азоту, який є єдиним джерелом поповнення запасів зв'язаного азоту в ґрунті, а загальний вміст азоту в земній корі (переважно у складі солей амонію, нітритів і нітратів) становить лише 0,01%. Незважаючи на те, що над кожним квадратним метром земної поверхні в повітрі міститься 7–8 т азоту, потреби рослин, які ростуть на цій площі, у цьому елементі (10–20 г/рік) не задовольняються – вони часто відчувають азотне голодування. Невипадково за значимістю для живої природи явище азотфіксації, здійснюване мікроорганізмами в симбіозі і асоціаціях із рослинами, прийнято порівнювати з іншим глобальним процесом планети Земля – фотосинтезом [7]. При цьому, найважливіше значення ґрунтових мікроорганізмів полягає у формуванні та підтримці упродовж тисячоліть біогеохімічного циклу азоту, в тому числі і за рахунок його біологічної азотфіксації. Тому, життя на Землі значною мірою залежить від життєдіяльності азотфіксувальних мікроорганізмів, оскільки за рахунок симбіотичної і несимбіотичної фіксації у колообіг залучається найбільша частина природного азоту [8, 9].

Аналіз наукових публікацій свідчить, що цікавість до біологічної азотфіксації досить активно виявляється впродовж останніх десятиліть і

продовжує зростати [10]. Це пов’язано не тільки з визначальним значенням даного процесу в азотному балансі біосфери, а й з можливістю скорочення обсягів застосування промислового азоту в технологіях вирощування польових культур за біологізації землеробства, із прагненням знизити енергетичні витрати на виробництво продукції рослинництва.

Серед теоретичних і практичних розробок, що спрямовані на значне підвищення рівня біологічного перетворення азоту атмосфери в органічні азотовмісні сполуки, значне місце відводиться мікроорганізмам-азотфіксаторам, передусім, бульбочковим бактеріям . Адже ризобії в симбіозі з бобовими рослинами здатні фіксувати молекулярний азот повітря, забезпечувати потребу в ньому макросимбіонта і накопичувати його у верхньому шарі ґрунту. Більш як половина фіксованого на планеті азоту зв’язується завдяки функціонуванню симбіозу бобових рослин і бульбочкових бактерій, причому в ґрунтово-кліматичних умовах України бобово-ризобіальні системи, залежно від вирощуваної бобової культури, здатні щорічно фіксувати з атмосфери від 40 до 300 кг і більше азоту на 1 га посіву [11]

Дослідженнями, проведеними в Україні та за кордоном встановлено, що бобові культури в симбіозі із бульбочковими бактеріями здатні фіксувати досить значну кількість азоту: конюшина – 180–670 кг/га, люцерна – 200–460, боби – 100–550, соя – 90–240, горох – 70–160, люпин – 150–450, пасовища з бобовими – 100–260 кг/га. Тому, симбіотичній азотфіксації належить провідне значення у забезпеченні агроценозів біологічним азотом. Розширення її масштабів дозволить покращити родючість ґрунтів, знизити енергетичні витрати у землеробстві та зменшити техногенне навантаження на довкілля. Бобові культури з великим біологічним потенціалом являють собою потужний засіб відновлення родючості ґрунтів і створення позитивного балансу речовин у ґрунті [12, 13].

Концептуальним напрямом розвитку біотехнологій у сільському господарстві є створення оригінальних комплексних композицій

багатофакторної дії, що поєднують властивості регуляторів росту рослин, елементів живлення і засобів стійкості рослин до стресорів і хвороб. Прикладом цьому є використання мікробних біотехнологій та біотехнологій синтезу фізіологічно активних речовин природного походження. Так, експериментальні дані свідчать, що регулятори росту рослин займають особливе місце у регуляції взаємовідносин між рослинами та бактеріями, беручи безпосередню участь в інокуляційному процесі, в генезі бульбочок на кореневій системі бобових рослин, у регуляції рівня азотофіксування. Механізм стимулювання процесу азотфіксації регуляторами росту рослин пов'язаний з багатьма чинниками: розвитком потужної кореневої системи, посиленням процесу фотосинтезу і, як наслідок, інтенсивним відтоком фотоасимілятів у кореневу зону, які є одним із джерел живлення агрономічно-цінних мікроорганізмів [14, 15].

За результатами досліджень Вінницької, Тернопільської та Черкаської сільськогосподарських дослідних станцій [16], найвищі прирости урожаю сої були відмічені у варіантах з передпосівною обробкою насіння регуляторами росту рослин Емістимом С (20 мл/т) – 5,2 ц/га, Агростимуліном (20 мл/т) – 3,8 ц/га, що свідчить про ефективність їх застосування в посівах бобових культур.

Дослідженнями В. П. Дерев’янського [17] встановлено, що обробка насіння мікробними препаратами сприяє збільшенню утворення бульбочок до 30–38 шт./рослину в базальній частині кореня рослин сої проти 8–9 шт./рослину без інокуляції. Згідно досліджень В. Ф. Камінського [18], передпосівна інокуляція сої забезпечує збільшення маси бульбочок в середньому на 0,15–0,35 г/рослину проти контрольного варіанту досліду, де вона складала 0,67 г/рослину. За результатами досліджень С. Я. Коця [19], регулятори росту рослин цитокінінової природи інтенсифікують процеси газообміну CO_2, стимулюють азотфіксувальну функцію рослин люцерни, сприяють формуванню генеративних органів, утворенню плодів, а також посилюють адаптивні властивості симбіотичних систем до посухи.

Необхідність врахування активності окремих біологічних процесів у ґрунтах агроценозів диктується сучасними уявленнями про вплив технологічних чинників не лише на продукційний процес сільськогосподарських культур, але й на стан довкілля. Одними з найточніших тестів щодо реакції системи ґрунт-мікроорганізми-рослина на рівень агрохімічного навантаження є процеси біологічної трансформації азоту [20].

У сучасних агротехнологіях одним із найважливіших заходів є підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок покращення посівних якостей насіння, що здійснюється шляхом застосування відповідних препаратів за рахунок передпосівної обробки.

Поява нових сортів, нових азотфіксувальних препаратів, регуляторів росту рослин, сучасне ставлення до екологобезпечних енергоресурсозберігаючих технологій вимагають додаткових, більш поглиблених досліджень з метою удосконалення існуючих технологій вирощування зенобобових культур, у тому числі й сочевиці, з використанням біологічно активних речовин [21, 22].

Застосування в симбіозі з сучасними сортами зернобобових культур високоефективних штамів бульбочкових бактерій сприяє підвищенню їх продуктивності на 20–30% і збільшенню вмісту білка в зерні на 2–6% [23].

Згідно з даними В. В. Моргуна і співавт. [24], обґрунтоване застосування бактеріальних препаратів на основі рістрегулюючих речовин, як елементів екологічного землеробства у технологіях вирощування різних сільськогосподарських культур, дозволяє істотно знизити хімічне навантаження на екосистеми, внаслідок зменшення застосування хімічних засобів захисту рослин, що призводить до підвищення врожайності і покращення якості екологічно чистої продукції.

Рістстимулювальні речовини, які продукуються бактеріями, через розростання коріння можуть впливати на життєздатність рослин в екстремальних умовах [25], сприяють підвищенню біологічної активності в

зоні коріння, інтенсифікують синтез і функціонування бактеріальних ферментів, а це значно поліпшує умови живлення рослин. Бактеризація діазотрофами може забезпечувати оптимізацію фосфорного живлення інокульованих рослин [26, 27].

Ряд науковців доводять, що застосування рістрегулюючих речовин як для обробки посівного матеріалу, так і впродовж вегетації сприяє підвищенню врожайності сільськогосподарських культур. Аналізуючи літературні джерела, можна відмітити, що сучасні мікробні та рістрегулювальні препарати нового покоління позитивно впливають на проходження основних мікробних процесів у ґрунті та фізіологічних – у рослинах, характеризуються високою ефективністю та екологічною безпечністю [28]

Г. Господаренко [29] стверджує, що проведення передпосівної інокуляції суспензією Ризобофіту сприяло підвищенню врожайності нуту сорту Розанна в середньому за роки досліджень на 2,8 ц/га в порівнянні з варіантом без застосування препарату. В результаті передпосівної бактеризації насіння люцерни сорту Лідія мікробним препаратом Ризобофіт на основі *Sinorhizobium meliloti* 425а урожайність (суха речовина) в сумі за роки досліджень становила 13,75 т/га, де перевищення показників варіанту без інокуляції становило 1,25 т/га [30].

Останніми роками в Україні серед зернобобових культур за посівними площами відновлює свою популярність сочевиця, проте в результаті недостатнього вивчення процесів її росту, розвитку та фотосинтетичної продуктивності урожайність даної культури залишається низькою [31]. Зважаючи на це, вищезазначені питання склали основні завдання наших досліджень та обумовили актуальність тематики за даним науковим напрямом.

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови

Дослідження з вивчення впливу мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах сочевиці виконували упродовж 2023 року в умовах дослідного поля навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем 48º46’ північної широти, 30°14’ східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Територія дослідного поля представлена плато з схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Ґрунтові води залягають досить глибоко, польові культури в основному використовують вологу опадів.

Сочевиця – холодостійка культура [32]. Завдяки тому, що сочевиця не вимоглива до температури її відносять до групи рослин раннього строку сівби.

Насіння сочевиці починає проростати за температури 3–5 ^{0}C. Для кращого росту й розвитку в період вегетації культура потребує оптимальних температур – 17–20 ^{0}C. Налив зерна відбувається за 20–25 ^{0}C. Саме в період наливу зерна сочевиця є найчутливішою до середніх добових температур. За температури менше 19 ^{0}C період достигання сочевиці збільшується, за температури 14–16 ^{0}C – затримується, а за 14 С і нижче – взагалі припиняється.

Дружні сходи сочевиці отримують за сівби насіння в прогрітий ґрунт (температура на глибині 10 см 7–10 ^{0}C). За температури 12–15 ^{0}C сходи

з’являються на 6–7 добу, за 9–11 ^{0}С – на 8–9, за 7–8 ^{0}С – на 10–12, за 5–6 ^{0}С – на 13–15 добу. Чутливішою до температури є крупнонасінна сочевиця. Деякі сорти культури можуть витримувати приморозки до -6…-7 ^{0}С. Також існують зимуючі сорти, які здатні витримувати морози до -20 ^{0}С [33].

Ґрунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі. Ґрунти такої різновидності займають близько 16% загальної площі Лісостепу України і поширені в Правобережній його частині. Вони характеризуються відносно однорідним гранулометричним і хімічним складом за профілем, вилугованістю його від легкорозчинних солей, ілювіальним характером розподілу карбонатів, значним нагромадженням елементів живлення в гумусовому горизонті. За даними кафедри агрохімії та ґрунтознавства Уманського НУС [34], вміст гумусу в орному шарі складає 3,2–3,3% за (ДСТУ 4289), ступінь насиченості профілю ґрунту основами – 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньокисла (pH сольової суспензії – 5,5), гідролітична кислотність – 28–32 мг екв. на 1 кг ґрунту, вміст рухомих форм фосфору та калію (за методом Чирикова) – 80–120 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 100 мг/кг ґрунту. За основними характеристиками ґрунтовий покрив дослідного поля належить до типових ґрунтів східноєвропейської частини.

За даними метеостанції м. Умань, дослідне поле УНУС знаходиться в зоні нестійкого зволоження (ГТК–1,2), що характеризується теплим, помірно вологим кліматом, але в окремі роки бувають посухи, рідше суховії. Літо тепле, помірно-вологе, зима м’яка, хмарна з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами.

Річна сума опадів в середньому складає 586 мм, проте іноді коливається за роками від 300 до 750 мм. За теплий період (квітень–жовтень) опадів випадає 66% від річної норми. Найбільші місячні суми опадів припадають на літні місяці – червень –липень.

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 ккал/см^2 (3838,5–4051,8 Мдж/м^2) за рік, а на частину сумарної ФАР (фотосинтетично активної

радіації) приходиться 39 ккал/см^2 (166,3 Мдж/м^2) за період вегетації з температурою повітря вище +30 ^{0}C.

Тривалість теплого періоду року з позитивною добовою температурою повітря (t>0 ^{0}C) складає 245 днів, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур (t>50^{0}C) – 201 день, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур (t>100 ^{0}C) – 159 днів і найбільш забезпеченого теплом періоду (t>150 ^{0}C) – 109 днів. Зимою середня добова температура повітря може досягати позитивних значень (0–20 ^{0}C).

Весняний сезон починається з переходом середньодобової температури повітря через +15 ^{0}C. Літо характеризується високими температурами – середня температура становить +19 ^{0}C з коливанням в окремі роки від +17 до +22 ^{0}C.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури нижче плюс 10 ^{0}C спостерігається в середині жовтня. Зима переважно тепла, з частими відлигами і хмарною погодою. Середня температура повітря у найхолодніші місяці – мінус 6 ^{0}C. Під час відлиг температура може підвищуватися до плюс 9–12 ^{0}C. Такі перепади температур супроводжуються утворенням льодової кірки.

У цілому кліматичні умови регіону сприятливі для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі й сочевиці.

Погодні умови під час проведення досліджень були типовими для зони (табл. 2.1).

Погодні умови 2023 року за вологістю повітря і кількістю опадів були добрими для вегетації сочевиці. Так, кількість опадів у період активної вегетації досліджуваної культури склала 187,8 мм з оптимальним їх розподілом у квітні–червні (129,6; 42,4 та 15,8 мм), що у квітні місяці значно переважало за опадами в даний місяць середньо багаторічних даних. Найвологішим місяцем протягом вегетаційного періоду був квітень (129,6 мм).

Протягом вегетації (квітень–липень) середні показники температури повітря становили 16,3 ^{0}C у порівнянні до 14,9 ^{0}C середньобагаторічних температур. Протягом періоду вегетації квітень–липень відносна вологість повітря становила 67,0%, при 66,2% середньобагаторічному показнику.

Загалом погодні умови 2023 року були сприятливими для вирощування сочевиці.

2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень

Експериментальну частину роботи виконували в 2023 році у польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – науково-дослідної лабораторії «Екологічного моніторингу в агросфері» кафедри біології Уманського національного університету садівництва.

У дослідах вивчали мікробний препарат Ризобофіт. Застосовується для бактеризації насіння бобових культур в тому числі й сочевиці. Рідкий препарат з розмноженими в ньому клітинами ризобій. В 1 мл препарату міститься 3–5 млрд. клітин бактерій. Препарат забезпечує збільшення польової схожості і енергії проростання насіння, сприяє формуванню азотфіксуючого бобово-ризобиального симбіозу. Завдяки бульбочковим бактеріям бобові рослини збагачують ґрунт біологічним азотом, нагромаджуючи від 60 до 300 кг азоту на гектар в рік. Для обробки 1 тони насіння сочевиці необхідно 1,7 л препарату [35].

Регулятор росту рослин Регоплант (Regoplant®), в. с. р. – біорегулятор третього покоління (регулятор росту рослин «Радостим», що містить діючі речовини Емістиму С – 0,3 г/л; калієву сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1,0 мг/л; комплекс біогенних мікроелементів B^{3+}, Cu^{2+}, Mn^{2+}, Zn^{2+}, Co^{2+}, Fe^{2+}, J^{-}, Mo^{6+} – загальна концентрація 1,75 г/л; лікарський засіб «Діамантовий зелений» – 0,01 г/л + Аверсектин С – природний комплекс, що складається з 8 індивідуальних авермектинів – 0,01 г/л) [36]. Даний препарат ми використовували для обприскування вегетуючих рослин (50 мл/га).

У досліді висівали сорт сочевиці вітчизняної селекції Лінза, оригінатори – Інститут зернового господарства УААН; Красноградська дослідна станція ІСГСЗ НААН України.

Технологія вирощування сочевиці була загальноприйнятою для Лісостепу України [37].

Сорт середньостиглий, має відмінні смакові якості, прирівнюється до сорту Красноградська 250. Вміст білка в насінні до 27%, маса 1000 насінин – 58–60 г, колір рожево-зелений.

Культура має стійкість до вилягання 8 балів, до посухи – 8 балів, до осипання – 7 балів, до ураження основними хворобами – 5 балів (з 9 балів). Середня максимальна урожайність: 2,13 т/га.

Морфологічні особливості. Рослини кущової, компактної форми. Висота 54–55 см, пряморослі, без антоціанового забарвлення, з середньою інтенсивністю галуження. Суцвіття з трьома квітками на вузлі, квітка середнього розміру. Парус зеленого кольору з наявними фіолетовими смугами на ньому та відсутніми фіолетовими смугами на веслах. Листочки середні за розміром, оберненояйцеподібної форми, зеленого кольору середньої інтенсивності. Біб плоский, ромбоподібний, довжина 17–18 мм, форма верхівки бобу – від усіченої до гострої. Має 2 або 3 насінних зачатки. У фазі повної стиглості колір бобу жовтий. Вегетаційний період 85 днів [38].

Досліди закладали відповідно до нижченаведеної схеми:

1. Без застосування препаратів (контроль);
2. Ризобофіт 1,7 л/т;
3. Регоплант 50 мл/га;
4. Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га.

Польові досліди закладали у триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів. Площа дослідної ділянки – 90 м^2, облікової – 60 м^2. Сочевицю висівали з розрахунку 2,5 млн. схожих насінин/га 120 кг/га.

Польові досліди закладали на дослідному полі Уманського НУС в короткоротаційній сівозміні кафедри біології з наступним чергуванням культур:

1. Ячмінь ярий з підсівом і без підсіву конюшини;

2. Конюшина, горох, кукурудза на силос, чорний пар;

3. Пшениця озима;

4. Соя, горох, сочевиця, нут;

5. Тритикале озиме, ячмінь озимий;

6. Кукурудза на зерно.

Інокуляцію насіння мікробним препаратом проводили у день сівби, обприскування посівів регулятором росту рослин виконували акумуляторним ранцевим обприскувачем DS-3WF-3.

Основні дослідження та спостереження, аналізи в дослідах виконували згідно наступних методик:

– площу листкової поверхні визначали за методикою З. М. Грицаєнко та ін. [39]:

$S = Д \times Ш \times К$, де:

Д – довжина листка;

Ш – ширина листочка в найширшому місці;

К – перевідний коефіцієнт 0,74.

– чисту продуктивність фотосинтезу (г/м^2 за добу) розраховували за формулою згідно методики А. О. Ничипоровича [39]:

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1}{0{,}5 \times (Л_1 + Л_2) \times t}, \text{ де}$$

B_1, B_2 – суха маса рослин на початку і в кінці облікового періоду, г;

$(B_2 - B_1)$ − приріст сухої маси за обліковий період, г;

$Л_1$ і $Л_2$ − площа листків на початку і в кінці облікового періоду, м^2;

t − період між двома обліками, діб.

– вміст хлорофілів *a* і *b*, суми хлорофілів *(a+b)*, *к*аротиноїдів у листках сочевиці визначали за загальноприйнятими методиками [39] з використанням

спектрофотометра LEKI SS1104. Концентрацію пігментів розраховували за рівняннями D. Wettstein для 100 %-го ацетону:

$$C_a = 9{,}784D_{662} - 0{,}990D_{644}$$

$$C_b = 21{,}426D_{644} - 4{,}650D_{622}$$

$$C_{a+b} = 5{,}134D_{662} + 20{,}436D_{644}$$

$$C_{кар.} = 4{,}695D_{440{,}5} - 0{,}268C_{a+b}$$, де

C_a; C_b; C_{a+b} і $C_{кар.}$– відповідно концетрації хлорофілів *a, b* їх суми та каротиноїдів, мг/г сирої речовини;

D – експериментально одержані величини оптичної щільності за відповідних довжин хвиль.

– облік урожаю виконували поділянково, збиранням і обмолочуванням валків комбайном «Сампо» з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість [40].

– економічну оцінку ефективності застосування гербіциду виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт [41];

– математичну обробку даних виконували за методикою, описаною В. О. Єщенком та ін. [40].

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Площа листкової поверхні рослин сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант

Основним показником, що характеризує фізіологічний стан посівів зернобобових культур є їх фотосинтетична діяльність, вона залежить від площі листків, швидкості їх формування та інших чинників. Так, за умов досягнення площі листків 30–40 тис. м^2/га частка поглинутої енергії підвищується; подальше збільшення площі листків призводить до погіршення освітленості середніх і особливо нижніх ярусів, тому чиста продуктивність фотосинтезу може знижуватись [42].

За даними В. П. Карпенко та ін. [43], найінтенсивніше площа листкового апарату рослин сої сорту Романтика формувалась у фазах початок цвітіння та завершення цвітіння – початок утворення бобів у варіанті сумісного внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішшю Ризобофіту 100 мл/га норму насіння й Регопланту 250 мл/т, що перевищувало показники контролю на 53–49% і 49–42% відповідно.

За даними досліджень О. В. Топчій [44], за першого строку сівби максимальна площа листкової поверхні рослин сочевиці сорту Лінза формувалася за дії мікродобрива Квантум-Бобові у фазах цвітіння – 1013,4 см^2 (+18,5% до контролю) та утворення бобів – 897,5 см^2 (+25,9%), за дії Реаком-СР-Бобові – у фазі достигання – 375,0 см^2 (+21,8%).

Виконані дослідження показали, що площа листкового апарату сочевиці у 2023 році проведення досліджень змінювалась залежно від використання досліджуваних препаратів окремо і в комплексі, фаз розвитку культури. Так, у фазі бутонізації рослин сочевиці позитивний вплив на формування площі листкового апарату простежувався за обприскування

посівів регулятором росту рослин Регоплант, де перевищення до контролю складало 6,2% (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Формування площі листкового апарату рослин сочевиці (тис. м^2/га) за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза		
	бутонізації	цвітіння	утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль)	23,9	30,7	25,1
Ризобофіт 1,7 л/т	27,0	34,3	29,2
Регоплант 50 мл/га	25,4	32,6	26,9
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	29,1	36,9	32,0
НІР $_{05}$	*1,1*	*1,0*	*1,3*

Водночас, передпосівна інокуляція насіння мікробним препаратом Ризобофіт забезпечила зростання площі листкового апарату сочевиці відносно контролю на 13,0%.

Найвищі показники за площею листкового апарату у фазі бутонізації культури формувались у варіанті досліду із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт у нормі 1,7 л/т, де перевищення до контролю складало 21,8%.

У фазі цвітіння наростання площі листкового апарату сочевиці проходило найактивніше, що пов’язано із загальною активізацією ростових процесів рослин у цю фазу розвитку. Разом з тим, у фазу утворення бобів у порівнянні з фазою цвітіння відбувалось незначне зменшення площі

листкового апарату, що пов’язано з поступовим відмиранням листків у нижніх ярусах. Аналізуючи площу листкового апарату у фазі цвітіння сочевиці за передпосівної обробки насіннєвого матеріалу Ризобофітом, відмічено зростання показника відносно контролю на 11,7%, а за посходового внесення Регопланту – 6,2%. У варіанті з комплексним застосуванням препаратів (передпосівною обробкою насіння Ризобофітом + по сходовим внесенням Регопланту) перевищення до контролю становило 20,2%.

У фазу утворення бобів теж високі показники наростання площі листкового апарату були відмічені у варіанті внесення Регопланту по фону передпосівної обробки насіння сочевиці Ризобофітом, де перевищення до контролю складало 27,5%.

Одержані дані дають підставу констатувати, що збільшення площі листкового апарату сочевиці зумовлюється інтенсифікацією проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів за дії регулятора росту рослин Регоплант та покращенням забезпечення рослин доступними формами азоту завдяки інокуляції насіння Ризобофітом, що узгоджується з даними інших науковців [28].

3.2. Пігментний комплекс рослин сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант

Альтернативою хімічній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва є сучасні системи господарювання, які включають екологічно безпечні технології вирощування бобових культур. У даному аспекті важливе місце займають мікробні препарати та регулятори росту рослин [45]. Проте питання їх комплексного впливу на рослинний організм, зокрема на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів, серед яких – формування вмісту пігментів, є вивченим недостатньо.

Важливим показником, що свідчить про стан фотосинтетичного апарату рослин, є вміст пігментів і їх співвідношення. Хлорофіл діє як фотокаталізатор і його нестача обмежує інтенсивність фотосинтезу. Зміни в кількісному складі основних пігментів фотосинтезу ведуть до пригнічення або активізації фотосинтезу, від якого залежить господарська урожайність. Результати використання в сільськогосподарському виробництві біологічних препаратів засвідчують підвищення вмісту хлорофілів у листках основних культур і, як результат, простежується інтенсифікація фотосинтетичної продуктивності посівів [42, 46].

У дослідах В. П. Карпенка та ін. [47, 48] з вивчення дії гербіциду Фабіан WG, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт у посівах сої встановлено, що найвищий вміст суми хлорофілів *a* і *b* у листках рослин відмічався за використання гербіциду в нормі 90 г/га у баковій суміші з Регоплантом (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) і Ризобофітом (100 мл/т), де перевищення відносно контролю складало 26%.

Проведеними дослідженнями встановлено залежність вмісту досліджуваних пігментів у листках сочевиці від дії біологічних препаратів (табл. 3.2, 3.3). Так, вміст хлорофілів *a* і *b* в листках сочевиці у фазі бутонізації у варіанті без застосування препаратів (контроль) у 2023 р. становив 0,449 та 0,155 мг/г сирої речовини, каротиноїдів – 0,049 мг/г.

Аналіз вмісту пігментів у листках сочевиці у фазі бутонізації в інших варіантах досліду, зокрема за передпосівної обробки насіння Ризобофітом, показав, що вміст хлорофілу *a* перевищував контрольний варіант на 30,1%, хлорофілу *b* – 29,7% та каротиноїдів – 30,6%. Підвищені показники вмісту пігментів спостерігались у варіанті з по сходовим внесенням регулятора росту рослин Регоплант, де перевищення за сумою хлорофілів *a*+*b* відносно контролю складало 18,0%, а каротиноїдів – 22,4%.

Водночас, суттєве зростання вмісту досліджуваних пігментів спостерігали у варіанті з передпосівною інокуляцією насіння мікробним

препаратом Ризобофіт із наступним післясходовим внесенням Регопланту, де вміст хлорофілу *a* перевищував контрольний варіант на 38,1%, хлорофілу *b* – 39,4%, каротиноїдів – 38,8%.

Таблиця 3.2

Вміст пігментів у листках сочевиці (мг/г сирої речовини) за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізації			
	хлорофіл *a*	хлорофіл *b*	сума хлорофілів (*a*+*b*)	каротиноїди
Без застосування препаратів (контроль)	0,449	0,155	0,604	0,049
Ризобофіт 1,7 л/т	0,584	0,201	0,773	0,064
Регоплант 50 мл/га	0,530	0,183	0,713	0,060
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	0,620	0,216	0,836	0,068
НІР $_{05}$	*0,031*	*0,012*	*0,041*	*0,003*

Зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* в листках сочевиці за дії біологічних препаратів, очевидно, зумовлювалось, з одного боку, інокуляцією насіння азотфіксувальними мікроорганізмами, завдяки чому відбувалось забезпечення рослин доступними формами азоту та, з іншого боку, інтенсифікацією проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів за дії регулятора росту рослин, що підтверджується даними й інших науковців [48, 49].

Вміст фотосинтетичних пігментів у листках сочевиці залежав не лише від застосовуваних препаратів, а й від фази росту і розвитку культури. Так, у фазу цвітіння сочевиці, коли відмічалась найвища активність ростових процесів рослин, вміст досліджуваних пігментів у листках рослин у порівнянні з фазою бутонізації значно збільшувався (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вміст пігментів у листках сочевиці (мг/г сирої речовини) за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза цвітіння			
	хлорофіл *a*	хлорофіл *b*	сума хлорофілів (*a*+*b*)	каротиноїди
Без застосування препаратів (контроль)	1,164	0,376	1,540	0,124
Ризобофіт 1,7 л/т	1,257	0,414	1,671	0,133
Регоплант 50 мл/га	1,210	0,387	1,597	0,131
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	1,385	0,459	1,824	0,146
НІР $_{05}$	*0,067*	*0,021*	*0,086*	*0,013*

Зокрема, за передпосівної обробки насіннєвого матеріалу Ризобофітом показники суми хлорофілів *a*+*b* та каротиноїдів у фазі цвітіння перевищували контроль на 5,0 і 7,3%, а за по сходового використання регулятора росту рослин Регоплант – на 3,7 та 1,0% відповідно.

У варіанті досліду із застосуванням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 1,7 л/т вміст суми хлорофілів перевищував контроль на 18,4%, каротиноїдів – 17,7%.

Таким чином, аналізуючи одержані дані стосовно вмісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілів *a* і *b*, їх суми та каротиноїдів) у листках сочевиці, можна констатувати, що передпосівна обробка насіння мікробним препаратом Ризобофіт із наступним післясходовим внесенням Регопланту забезпечує створення найбільш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньою стимулювальною дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу листкового апарату культури.

3.3. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант

Досить важливим показником фотосинтетичної діяльності посівів є чиста продуктивність фотосинтезу, що характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси врожаю упродовж доби в розрахунку на 1 м^2 листкової поверхні рослин. Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, що мають значення в межах 3–4 г/м^2 за добу, хороші – 4–6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м^2 площі листків за добу [50].

За 2023 рік польовими дослідженнями встановлено (табл. 3.4), що використання для передпосівної обробки насіння сочевиці мікробного препарату Ризобофіт як окремо, так і сумісно з регулятором росту рослин Регоплант, позитивно вплинуло на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу. Так, у міжфазний період «бутонізація–цвітіння» у варіанті передпосівної обробки насіння сочевиці Ризобофітом

показники чистої продуктивності фотосинтезу перевищували контроль на 6,9%, регулятором росту рослин – 5,3%, їх сумішшю – 11,6%.

Таблиця 3.4

Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант, (2023 р., г/м^2 за добу)

Варіант досліду	Міжфазний період росту й розвитку рослин			
	«бутонізації–цвітіння»	приріст до контролю, %	«цвітіння–утворення бобів»	приріст до контролю, %
Без застосування препаратів (контроль)	1,89	100	2,64	100
Ризобофіт 1,7 л/т	2,02	+6,9	2,93	+11,0
Регоплант 50 мл/га	1,99	+5,3	2,85	+8,0
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	2,11	+11,6	3,03	+14,8
*НІР $_{05}$**	*0,09*	–	*0,11*	–

Показник чистої продуктивності фотосинтезу у міжфазний період «цвітіння–утворення бобів» у контролі був більший на 0,95 г/м^2, ніж у міжфазний період «бутонізація–цвітіння». Високі показники чистої продуктивності фотосинтезу у міжфазний період «цвітіння–утворення бобів» були відмічені у варіанті передпосівної обробки насіння сумішшю

мікробного препарату із регулятором росту рослин, де перевищення до контролю складало 14,8%.

Одержані дані засвідчили позитивний вплив комплексного використання регулятора росту рослин і мікробного препарату на проходження в рослинах сочевиці основних фізіолого-біохімічних процесів, на фоні яких активізується наростання листкового апарату рослин сочевиці та проходження в них фотосинтетичних процесів. За рік досліджень найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувалися у міжфазний період «цвітіння–утворення бобів» у варіанті за передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт з регулятором росту рослин Регоплант, що перевищувало контрольний показник на 14,8%.

3.4. Урожайність зерна сочевиці за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант

У результаті аналізу одержаних нами даних (табл. 3.5) встановлено, що урожайність сочевиці формувалась залежно від комбінування досліджуваних препаратів. Так, у варіанті без застосування препаратів (контроль) урожайність сочевиці сформувалась на рівні 1,49 т/га.

У 2023 році за передпосівної обробки насіння мікробним препаратом урожайність перевищувала контроль на 16.1%, регулятором росту рослин – 7,4%, їх сумішшю – 29,5%.

Таблиця 3.5

Урожайність зерна сочевиці (т/га) за дії мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант

Варіант досліду	2023 р.	Приріст до контролю, %	Прибавка врожаю

Без застосування препаратів (контроль)	1,49	100	0
Ризобофіт 1,7 л/т	1,73	+16,1	0,24
Регоплант 50 мл/га	1,60	+7,4	0,11
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	1,93	+29,5	0,44
$НІР_{05}$	*0,12*	–	–

Одержані експериментальні дані щодо врожайності сочевиці узгоджуються із нашими дослідженнями стосовно проходження біологічних процесів у рослинах та засвідчують, що підвищення продуктивності посівів сочевиці є, з одного боку наслідком активізації функціонування симбіотичної системи з одночасним посиленням проходження основних фізіологічних процесів у рослинах за обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 1,7 л/т з посходовим внесенням по даному фону регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ ЗА ДІЇ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ РИЗОБОФІТ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ

Позитивною тенденцією аграрного виробництва є зростання з кожним роком посівних площ під зернобобовими культурами, у тому числі й під сочевицею. Сочевиця займає четверте місце серед зернобобових культур і найбільші її світові площі зосереджені в таких країнах як Канада, Індія, Туреччина, Бангладеш, Австралія, США, Непал, Сирія, Іран. Збільшення посівних площ як у загальносвітових, так і в європейських масштабах, передусім відбувається за рахунок високої рентабельності та прибутковості культури, що становить близько 200%.

Підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва є основою його розширення і вдосконалення. Одним із важливих критеріїв оцінки певного виробничого засобу є економічна ефективність, що показує доцільність його проведення, прибуток та рівень його рентабельності. Останній відбиває вплив як економічних, організаційно-господарських, так і природних факторів, на які аграрні підприємства не мають жодного впливу [51, 52].

Літературні дані свідчать, що за дії біологічних препаратів урожайність та якість зерна сільськогосподарських культур може значно підвищуватись [53]. Проте, у зв’язку з недостатнім висвітленням даних оцінки «вигідності» їх використання доцільним є економічна та енергетична оцінка ефективності інтегрованого застосування мікробного препарату і регулятора росту рослин у посівах сочевиці.

Результати проведеної економічної оцінки використання препаратів у посівах сочевиці показали, що за використання регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га було отримано додатковий чистий прибуток на рівні 1985 грн./га, рівень рентабельності при цьому складав 78% (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування мікробного препарату Ризобофіт і регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування культури, грн./га	В т.ч. додаткові, грн./га	Вартість валової продукції, грн./га	В т.ч. додаткової, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продук-ції, грн.	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток за рах. застосування препаратів, грн./га
Без застосування препаратів (контроль)	1,49	0	17400	0	29055	0	11655	11678	67	0
Ризобофіт 1,7 л/т	1,73	0,24	17850	450	33735	4680	15885	10318	89	4230
Регоплант 50 мл/га	1,60	0,11	17560	160	31200	2145	13640	10975	78	1985
Ризобофіт 1,7 л/т+ Регоплант 50 мл/га	1,93	0,44	18010	610	37635	8580	19625	9332	109	7970

За обробки посівного матеріалу мікробним препаратом Ризобофіт в нормі 1,7 л/т було одержано додатковий чистий прибуток на рівні 4230 грн./га за рентабельності 89%. Вищими ці показники були за обробки перед посівом насіння мікробним препаратом Ризобофіт 1,7 л/т + регулятор росту рослин Регоплант 50 мл/га, де додатковий чистий прибуток склав 7970 грн./га за рівня рентабельності 109%.

Таким чином, з одержаних даних економічного аналізу можна зробити висновок, що найбільш економічно вигідним є застосування в посівах сочевиці композиції мікробного препарату Ризобофіт 1,7 л/т + регулятор росту рослин Регоплант 50 мл/га, яка забезпечує зростання рівня рентабельності до 109% при 67% у контролі за додаткового чистого прибутку 7970 грн./га. Ця композиція препаратів дає можливість підвищити урожайність сочевиці за використання препаратів біологічного походження, як складової біологізованої технології.

ВИСНОВКИ

1. Оптимізація функціонування симбіотичної системи сприяє інтенсифікації проходження в рослинах сочевиці ростових та фізіолого-біохімічних процесів. Водночас найбільшу площу листкового апарату рослини сочевиці формували у варіанті досліду із внесенням регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га по фону передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 1,7 л/т, де перевищення ло контролю у фазі цвітіння складало 20,2%, при цьому вміст пігментів у листках перевищував контроль на 24% – для хлорофілу a, 22,1% – b, 18,4% – $a+b$, 17,7% – для каротиноїдів; чиста продуктивність фотосинтезу посівів у середньому в міжфазні періоди зростала на 11,6–14,8%.

2. Найвища врожайність сочевиці формувалась за внесення Регопланту (50 мл/га) на фоні обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 1,7 л/т, де за даного поєднання препаратів урожайність перевищувала контроль в середньому на 0,44 т/га.

3. Найбільш економічно виправданим виявилось використання для передпосівної обробки насіння суміші мікробного препарату Ризобофіт 1,7 л/т із регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га), де умовно чистий прибуток становив 7970 грн./га за рентабельності – 109%.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення врожайності зерна сочевиці та з метою біологізації технології її вирощування. активізацію проходження основних біологічних процесів у рослинах, в посівах культури слід застосовувати для передпосівної обробки насіння мікробний препарат Ризобофіт 1,7 л/т у поєднанні з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коць С. Я., Воробей Н. А., Киризий Д. А., Караушу Е. В. Продукционный процесс люцерны при инокуляции бинарной композицией *Sinorhizobium meliloti-Nostoc*. Физиология растений и генетика. 2016. Том 48. Вип. 2. С. 120–129.
2. Patyka V. P., Pasichnyk L. A. Phytopathogenic Bacteria in the System of Modern Agriculture. Мікробний журнал. 2021. Т. 76. №1. С. 21–26.
3. Єрошина Т. В. Екологічно чиста продукція АПК: суть поняття, суспільногеографічні підходи до дослідження. Український географічний журнал. Київ. 2022. №2. С. 33–37.
4. Волкогон В. В. Шляхи активізації процесу асоціативної азотфіксації в агроценозах. Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. №14. С. 7–30.
5. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Рослинництво. 2010. С. 41–47.
6. Hansen A. P. Symbiotic N2 fixation of crop legumes: achievements and perspectives Ed.: Center for Agricultural in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim. Managing ed.: Dietrich E. Leihner. Weikersheim: Margraf. 2021. 248 p.
7. Моргун В. В., Коць С. Я. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: 2008. Т. 40. №3. С. 187–205.
8. Комок М. С., Волкогон В. В., Косенко Л. В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої в залежності від виду біопрепарату. Сільськогосподарська мікробіологія. 2010. Вип. 11. С. 7–19.
9. Камінський В. Ф. Вплив інокулювання насіння на продуктивність сої у Північному Лісостепу України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2006. №4. С. 84–92.
10. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур. К.: Аграрна наука. 2007. 144 с.

11. Kucher A., Kucher L. Economics of application of mineral fertilizers. Propozytsiya. 2019. (Special Issue). P. 8–16.
12. Нагорний В. І., Мурач О. М. Вплив азотфіксуючого препарату, стимулятору росту і молібдену на продуктивність сої в північно-східному лісостепу України. Вісник Сумського НАУ. Вип. 4. 2011. С. 77–82.
13. Волкогон В. В., Луценко Н. В., Дімова С. Б. та ін. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та ріст стимулятора залежно від агрофону. Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: наук. доп. Міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 2004 р.). Чернігів. 2004. С. 20–29.
14. Bothe H., Zimmer W., Danneberg G. Die Assoziation zwischen Bacterien der Gattung Azospirillum und Grasern. Biol. Unserer Zeit. 2018. Vol. 18. №5. P. 145–148.
15. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів; за ред. В. П. Карпенка. Умань. Видавець „Сочінський”. 2016. 357 с.
16. Господаренко Г. Особливості удобрення зернобобових. The Ukrainian Farmer. 2013. №2. С. 66–68.
17. Горобчук А. Прибуткові бобові культури. Агробізнес сьогодні. 2018. №17(384). С. 72–76.
18. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів: Українські технології. 2008. 624 с.
19. Біологічні особливості сочевиці. Режим доступу: URL: http: agroscience.com.ua/plant/biologichni-osoblyvosti-sochevytsi
20. Прокопчук С. В. Оптимізація мінерального живлення нуту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.04. Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського". Харків. 2015. 20 с.

21. Ризобофіт для сочевиці і бобових трав. Режим доступу: https://ismav.com.ua/produkciya/biopreparati-dlya-roslinnictva/rizobofit/
22. Топчій О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах лісостепу України: дис. …канд. с.г. наук : 06.01.09. Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2018. 226 с.
23. Сочевиця, сорт Лінза.
24. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава. 2003. 320 с.
25. Єщенко В. О., Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В. О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.
26. Топчій О. В. Вплив строків сівби на фотосинтетичну активність сочевиці. Інтенсивні розробки молодих учених для конкурентоспроможного аграрного виробництва : матеріали науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (Чабани, 10–12 листопада 2015 р.). Київ. 2015. С. 43–44.
27. Карпенко В. П., Шутко С. С. Вміст хлорофілу і фотосинтетична продуктивність рослин соризу за використання гербіциду Пік 75 WG і регулятора росту рослин Регоплант. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №93. С. 23–32.
28. Василюк В. М. Фізіологічні особливості взаємодії сої і люпину з новими штамами повільно рослих бульбочкових бактерій. Автореф. дис. канд. біол. наук. НАН України. 2008. 18 с.
29. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Максимов М. В. Економічна ефективність використання різних технологічних прийомів вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України. Збірник наукових праць УНУС. Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 195–202.

ДОДАТКИ

1,49	1,49	1,50	1,48
1,73	1,74	1,76	1,68
1,60	1,53	1,64	1,63
1,93	1,95	1,88	1,96

Середнє по досліду – 1,69

Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені	Середній квадрат	F	
Загальна	410.27	13			
Повторностей	37.20	7			
Варіантів	309.22	4		71.28	8.28
Залишку	63.80	16		6.37	

Помилка = 1.31 Помилка різниці середнього = 2.34
HIP = 0.12 або 3.85%
Сила впливу фактору = 0.34
Точність досліду = 3.15% Варіація даних = 5.28%
22-10-2023

Додаток Ж