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

ФІЗІОЛОГІЧНІ РЕАКЦІЇ РОСЛИН ГОРОХУ ОЗИМОГО НА ДІЮ РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНИХ СПОЛУК

Виконала: студентка 2 курсу, групи 21 м-б спеціальності 091 Біологія
Тетяна ПИРОГОВСЬКА

Керівник: Віктор КАРПЕНКО, д. с.-г. н., професор

УМАНЬ–2023

ЗМІСТ

Стор.

ВСТУП 3

РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ, ҐРУНТІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ГОРОХУ ТА ІНШИХ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНИХ СПОЛУК (огляд літератури) 5

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ОБЛІКІВ І СПОСТЕРЕЖЕНЬ У ДОСЛІДІ 12

2.1. Місце проведення досліджень 12

2.2. Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень 12

2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень 16

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ 20

3.1. Вплив мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант на формування площі прилисткового апарату гороху озимого 20

3.2. Вміст хлорофілу в прилистках гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант 22

3.3. Висота рослин гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант 25

3.4. Урожайність зерна гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант 27

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ РИЗОАКТИВ ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ У ПОСІВАХ ГОРОХУ ОЗИМОГО 30

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ 33

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 35

ДОДАТКИ 41

ВСТУП

Актуальність дослідження. Глобалізація світової економіки та загроза продовольчої кризи вимагають продуктивного ведення сільського господарства з метою задоволення постійно зростаючого попиту на продукти харчування. У зв'язку з цим, сучасна аграрна наука України спрямована на необхідність оздоровлення сільського господарства та суттєвого нарощування обсягів валового виробництва його продукції через збереження продуктивності сільськогосподарських угідь та екології навколишнього середовища [1].

Деградація земель, надмірне використання пестицидів, гербіцидів, добрив під сільськогосподарські культури – все це призводить до негативних наслідків і порушення балансу в навколишньому природному середовищі. Досить гостро ця проблема постала в останні десятиліття, коли виробництво хімічних добрив збільшилось у 43 рази, а пестицидів – у 10 разів. Разом із тим страждає не тільки природа, а й людина, споживаючи недоброякісні, насичені шкідливими хімічними речовинами продукти харчування рослинного походження [2].

Важливим елементом сучасних екологічно безпечних, ресурсоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур є застосування нових видів добрив і біопрепаратів – регуляторів росту рослин та мікробних препаратів, які підвищують ефективність використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин, покращуючи умови живлення і урожайність. Використання даних препаратів дозволяє значно скоротити обсяги внесення традиційних мінеральних добрив та засобів захисту рослин, що, у свою чергу, зменшує втрати елементів живлення рослинами та унеможливлює забруднення навколишнього природнього середовища [3].

Мета і завдання дослідження. З'ясувати вплив регулятора росту рослин Регоплант, внесеного окремо та по фону обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив, на проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах гороху озимого, дослідити особливості

проходження ростових процесів, визначити урожайність і дати економічну оцінку застосовуваних препаратів.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні, ростові процеси та продуктивність посівів рослин гороху озимого за використання мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант.

Предмет дослідження – горох озимий сорту Мороз, мікробний препарат Ризоактив та регулятор росту рослин Регоплант.

Методи дослідження: польовий — закладання дослідів у польових умовах для вивчення ефективності дії досліджуваних препаратів; математично-статистичний метод — оцінка достовірності отриманих результатів на основі дисперсійного та кореляційного аналізів; економіко-математичний – встановлення економічної ефективності використання мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант.

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 ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ, ҐРУНТІ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ ГОРОХУ ТА ІНШИХ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР ЗА ДІЇ РІСТСТИМУЛЮВАЛЬНИХ СПОЛУК
(огляд літератури)

Підвищити стійкість рослин до абіотичних стресорів і стабілізувати їх продуктивність можливо за використання в агротехнологіях регуляторів росту рослин і мікробних препаратів. Вони сприяють кращому використанню рослинами наявних чинників життя, стимулюють неспецифічні реакції рослинного організму на стрес, що супроводжується збільшенням вегетативної і зернової продуктивності. Так, дослідженнями, які проводилися на дослідному полі ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет» встановлено, що регулятори росту рослин Хелафіт комбі, Мир та Міфосат за одноразового обприскування рослин соняшнику під час вегетації у фазу 6–8 листків культури сприяли покращенню росту і розвитку рослин та зростанню врожайності насіння в середньому на 3,7 ц/га за рахунок активізації ростових процесів у рослинах (зростанню кількості листя, висоти рослин, площі листкового апарату, діаметру суцвіття та ін.) [4].

Відомо, що біологічно активні препарати індукують окиснювальний стрес, який супроводжується утворенням надлишкових активних форм кисню (АФК) – супероксид-радикалів, гідроксилрадикалів та гідрогенпероксидів. АФК реагують з ліпідами, білками, пігментами та нуклеїновими кислотами і викликають пероксидне окиснення ліпідів (ПОЛ), пошкодження мембран, інактивацію ферментів, впливаючи тим самим на життєздатність клітин. Щоб виключити шкідливий вплив деяких реакційноздатних молекул, у рослин виробились ефективні захисні системи: неферментативні (антиоксиданти – глутатіон, аскорбат і каротиноїди) та ферментативні (ферменти антиоксидантного захисту – глутатіон-S-трансферази (GST) і супероксиддисмутаза (СОД), пероксидаза, каталаза

тощо) [5]. Відомо, що ефективним шляхом детоксикації пестицидів у культурних рослинах є процес їх кон'югації з глутатіоном, який каталізують глутатіон-S-трансферази. Фермент глутатіон-S-трансфераза каталізує детоксикацію пероксидів ліпідів, зв'язуючи глутатіон з гідрофобними електрофілами, або ж він може діяти як пероксидаза проти гідропероксидів вільних жирних кислот, захищаючи клітинні мембрани від ушкоджень, пов'язаних з пероксидацією ліпідів [6].

Для знешкодження негативної дії ксенобіотиків у рослинах також активуються й інші ферменти антиоксидантного захисту, зокрема супероксиддисмутази, каталаза, перерокидази та ін. [7].

Продуктивність фотосинтезу залежить від дії низки чинників, у тому числі й від дії біологічно активних речовин різної хімічної природи, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів і їх функціональну активність. Дослідженнями доведено [8], що пестициди виявляють вплив на накопичення хлорофілів у рослинах, але ступінь такого впливу залежить від виду препарату, норм, строків і способів їх внесення. О. В. Дикун і ін. [9] встановили позитивний вплив від застосування бакових сумішей біологічно активних речовин на одночасне зростання вмісту сумарного хлорофілу в листках сої, каротиноїдів, продуктивності фотосинтетичного потенціалу, що відбулось за рахунок стресових чинників (окислювального стресу), які забезпечили суттєву активізацію фотосинтетичних процесів.

Дослідженнями С. М. Каленської та ін. [10] встановлено позитивний вплив на формування фотосинтетичної площі рослин сої за внесення нанометалів у концентрації 240 мг/л на початку фази бутонізації на фоні інокуляції насіння мікробними препаратами «ХайКот Супер» + «ХайКот Супер Extender» (*Bradyrhizobium japonicum*, штам 532 С) із нормою витрати препарату 1,42 л + 1,42 л на 1 т насіння та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$. У середньому даний варіант досліду забезпечив приріст площі листкової поверхні сортів сої на 0,8–8,7%.

Л. І. Веселовська та С .Я. Коць [11] встановили позитивну дію на

формування вмісту хлорофілів *a, b* та каротиноїдів від застосування передпосівної бактеризації насіння сої бактеріями роду *Bradyrhizobium japonicum* 634б (активний виробничий штам) та 604к (неактивний високовірулентний штам).

С. В. Пида та ін. [12] відмічали позитивний вплив від застосування композицій Ризобофіту на основі бульбочкових бактерій стандартного штаму 367а з регулятором росту рослин Регоплант, що сприяло інтенсивнішому наростанню листкової поверхні у рослин люпину білого, ніж їх окрема дія. Обробка насіння окремо Регоплантом і Стімпо та сумісно з Ризобофітом підвищувала вміст фотосинтетичних пігментів у листках люпину білого.

Стресові чинники зумовлюють в рослинах деградаційні зміни, що відображаються в порушенні процесів фотосинтезу і дихання, формуванні анатомо-морфологічної будови листків, від якої залежить перебіг транспірації та газообміну [13].

Пестициди можуть пригнічувати ростові процеси у рослинах, що у своєму дослідженні відмічали Т. М. Левченко та ін. [14], зокрема найбільш негативний вплив на ростові процеси у рослин люпину було відмічено за використання гербіцидів Юпітер (0,75 л/га) і бакової суміші Трефлан (1,2 л/га) + Юпітер (0,5 л/га) по сходах. На ділянках цих варіантів спостерігалася значна затримка росту й розвитку рослин, яка особливо простежувалась у першій половині вегетації. Так, висота рослин у фазу цвітіння була найменшою серед всіх варіантів досліду і дорівнювала відповідно 42,3 і 43,8 см у сорту Серпневий і 45,5 і 45,7 см у сорту Чабанський. На ділянках із використанням інших гербіцидів спостерігалося зниження висоти рослин відповідно за сортами на 0,9–2,8 см і на 1,7–4,4 см.

Інтегральним показником ефективного функціонування симбіотичних систем за участю бульбочкових бактерій є формування надземної маси та урожаю зерна. Н. А. Воробей та С. Я. Коць [15] відмічають, що бактеризація насіння сої штамом бактерій Tn5-мутантів чинила стимулювальний вплив на ріст надземної маси рослин, про що свідчить її приріст на 19,7–31,3%.

Л. С. Гайдай [16] у своїй праці констатує, що максимальну висоту рослини квасолі формували на ділянках, де проводили передпосівну інокуляцію насіння квасолі штамом *Rhizobium phaseoli* Ф-16 і регулятором росту рослин Регоплант спільно з прилипачем ЕПАА.

Ґрунтові мікроорганізми є невід'ємною частиною всіх ґрунтів. Часто їх біомаса дещо нижча порівняно з мінеральною або гумусовою часткою, але активність ґрунтових мікроорганізмів є надзвичайно важливою складовою для функціонування ґрунту. Біота ґрунту може розглядатися як "біологічний двигун землі", що бере участь у більшості ключових процесів, що відбуваються в ґрунті, допомагаючи екосистемі керувати основними процесами кругообігу поживних речовин, динамікою структури ґрунту, деградацією забруднюючих речовин та регулюванням рослинних угруповань. Впровадження систем, що підвищують в ґрунті вміст C і N за рахунок включення бобових культур у сівозміни, може позитивно впливати на мікробну популяцію та її активність порівняно із застосуванням традиційних мінеральних добрив. Рослини також здатні впливати на ґрунтові мікробні спільноти. Існують чіткі відмінності в структурі бактеріального угруповання між основним неризосферним та ризосферним ґрунтом. Кількість бактерій у ризосфері перевищує кількість бактерій у неризосферному ґрунті. У цій області стимулюється діяльність бактерій завдяки поживним речовинам, що утворюються корінням. Варіативність хімічного складу ексудатів коренів може також впливати на склад ґрунтових мікробних спільнот [17].

Мікробіота ґрунту є основним продуцентом ґрунтових ферментів, що беруть участь у розкладанні органічних решток. Крім того, відомо, що ґрунтові мікроорганізми здатні мобілізувати поживні речовини мінеральних сполук і перетворювати їх в доступні форми для рослин. Загальна ферментативна активність ґрунту прямо залежить від стану і функціонування його мікробного комплексу, тому зниження активності ґрунтової мікробіоти відображається на ферментативній активності ґрунту. Одним з основних елементів формування рівня родючості ґрунтів та підтримання його

природного гомеостазу є ґрунтові мікроорганізми та їхні метаболіти (ферменти), тому пригнічення їх діяльності призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур [18].

Забезпечення рослин біологічним азотом відноситься до важливих і достатньо гострих проблем сучасного землеробства. Негативний вплив на азотфіксувальну здатність мікробіоти ґрунтів внаслідок дії різноманітних факторів (хімізація, нестача вологи, органічних сполук тощо) ускладнює процес утворення продуктивних азотфіксувальних симбіозів мікроорганізмів у зоні кореневої системи, навіть у ризосфері бобових культур. Ефективна взаємодія азотфіксувальних бактерій та рослин забезпечує фіксацію атмосферного азоту, продукування біологічно активних сполук, за дії яких покращується живлення рослин, підвищується їх продуктивність, поліпшується якість сільськогосподарської продукції [19].

Використання біологічних методів є основним шляхом відтворення родючості ґрунтів та отримання екологічно безпечної і якісної продукції рослинництва, стратегічним напрямом розвитку біологічного землеробства. Важливе значення у реалізації такого підходу належить використанню мікробних препаратів, які забезпечують ефективність азотфіксації, фосфатмобілізації, рістстимуляції у ризосфері рослин і біопротекторної дії для формування природнього захисного бар’єру сільськогосподарських культур від негативної дії патогенів, фітофагів та інших негативних чинників. У системі ґрунт↔мікробіота↔рослина, ґрунтові бактерії і мікроскопічні гриби є незамінною і невід’ємною складовою. Тому, рослинний організм, що співіснує поруч з комплексом корисної ґрунтової мікробіоти, здатний вчасно одержати необхідні елементи живлення і реалізувати свій генетичний потенціал урожайності. Особливої уваги заслуговують дослідження щодо вивчення інтродукції поліфункціональних мікроорганізмів, умов їх ефективного функціонування в ризосфері рослин, розробки елементів технологій ефективного застосування мікробних біопрепаратів. Аналіз сучасних досліджень вітчизняних та іноземних вчених

з питань застосування корисних мікроорганізмів в агробіотехнології вказує на перспективність створення продуктивних рослинно-мікробних асоціативних та симбіотичних систем і підтверджує необхідність їх вивчення для забезпечення ефективного функціонування ґрунту. Необхідною умовою для розвитку біологічного землеробства є вміння управляти біологічними процесами в агроценозах, що можливо лише за рахунок інтродукції агрономічно цінних штамів мікроорганізмів у ризосферу рослин, при цьому спостерігається посилення корисного або послаблення/ліквідація негативного впливу небажаних чинників. Залежно від змін умов навколишнього природного середовища можна спостерігати зміни у динаміці структури ґрунтових популяцій, у тому числі й зміни у формуванні різних еколого-трофічних угруповань. Проте, теоретична суть таких механізмів вивчена недостатньо, особливо в умовах сучасних агроценозів з порушеним балансом у зв'язку із застосуванням інтенсивного землеробства, забрудненням навколишнього середовища, у тому числі, пестицидами та зміною клімату, що має додатковий науково-практичний інтерес [20].

Одним із шляхів підвищення стійкості рослин до стресових чинників, зокрема, для зниження негативної дії ксенобіотиків на ґрунт і рослини, у сільськогосподарській практиці все ширшого застосовування набувають мікробні препарати, у тому числі й на основі симбіотичних азотфіксувальних бактерій. Такі препарати здатні не лише покращувати азотне живлення бобових, але й слугують регуляторами росту рослин, оскільки мікроорганізми симбіотичного характеру взаємовідносин здатні синтезувати широкий спектр біологічно активних речовин – біостимуляторів [21, 22].

Першочерговим завданням аграріїв є підвищення урожайності зернобобових культур за зменшення негативного впливу на агроценози погодних умов та інших чинників [23].

Для забезпечення формування високих та сталих урожаїв необхідна оптимізація технологій вирощування гороху, що можливе через впровадження у технологію сучасних та науково-обґрунтованих елементів

(зокрема сортів, біологічних препаратів, мінеральних добрив, регуляторів росту рослин, мікродобрив, гербіцидів), які сприятимуть реалізації його генетичного потенціалу [24].

Сучасним напрямом підвищення продуктивності бобових культур є застосування енергоощадних технологій із впровадженням новітніх регуляторів росту рослин і біопрепаратів. Регулятори росту рослин підвищують стійкість рослин до несприятливих чинників природного або антропогенного походження: критичних перепадів температур, дефіциту вологи, токсичної дії пестицидів, ураження хворобами і пошкодження шкідниками. За останні роки на основі найновітніших наукових розробок у галузі хімії та біології було створено принципово нові, високоефективні і водночас безпечні регулятори росту рослин, застосування яких є одним із найбільш доступних і високорентабельних агрозаходів, що впливає на строки дозрівання культур, сприяє підвищенню продуктивності та покращенню якості зерна [25]. Аналіз літературних даних засвідчує [26, 27], що найбільш ефективним є поєднання для обробки насіння регуляторів росту рослин і мікробних препаратів, де окрім зростання врожайності на 8–17% встановлено позитивний вплив регуляторів росту на симбіотичну діяльність та азотфіксацію у системі «бульбочкові бактерії – бобові культури». Ефективність дії мікробних препаратів і рістрегуляторів залежить від багатьох чинників, серед них – погодно-кліматичні умови під час вирощування, сорт, способи і строки внесення препаратів.

Отже, питання застосування біологічних препаратів у посівах зернобобових культур в переважній більшості наукових джерел вивчено в контексті підвищення врожаю та його якості, що безумовно має великий інтерес, проте залишається відкритими питання їх впливу на фізіолого-біохімічні, ростові процеси в рослинах й симбіотичний апарат, що є вивченим недостатньо.

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

2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження виконували у Правобережному Лісостепу України впродовж 2023 р. у польових умовах сівозміни дослідного поля кафедри біології Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природносільськогосподарському 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.

Дослідна ділянка поля представлена плато зі схилами південно-східної та північно-західної експозицій. Ґрунтові води розміщені на значній глибині, тому водозабезпечення польових культур в основному відбувається за рахунок атмосферних опадів. Однак, за рахунок переваг гороху озимого над його ярими формами (зимостійкість, використання зимових запасів вологи, посухостійкість), формування врожаю культури відбувалось за більш-менш стабільних погодно-кліматичних умов.

2.2. Погодні та ґрунтові умови проведення досліджень

За даними метеостанції Умань, дослідне поле Уманського НУС знаходиться в підзоні нестійкого зволоження (середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт зволоження території – 1,2) і характеризується теплим, помірно-вологим кліматом, але в окремі роки бувають посухи, рідше суховії. Літо тепле, помірно-вологе, а зима м’яка, хмарна, з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами.

Річна сума опадів у середньому складає 586 мм, а іноді коливається за роками від 300 до 750 мм. За теплий період (квітень-жовтень) випадає близько 370 мм опадів або 66% річної кількості. Найбільші місячні суми опадів припадають на літні місяці – червень і липень (66–68 мм).

Середня температура самого теплого місяця (липня) складає +19,0°С, а найхолоднішого (січня) – -5,7°С. Абсолютний мінімум досягає -39°С, максимум +39°С. Період з середньодобовою температурою більше +10°С триває 160–165 діб. Середня річна температура становить +7,4°С. Сума активних температур коливається в межах 2600 і 2660°С.

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 кКал/см^2 (3838,5–4051,8 МДж/м^2) за рік, а на частину сумарної фотосинтетично активної радіації приходиться 39 ккал/см^2 (1663,4 МДж/м^2) за період вегетації з температурою повітря вище +5°С.

Тривалість теплого періоду року з позитивною добовою температурою повітря (t>0°С) складає 245 діб, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур (t>5°С) – 201 доба, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур (t>10°С) – 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду (t>15°С) – 109 діб. Зимою середня добова температура повітря може досягати позитивних значень від 0 до +2°С, а іноді +5°С тепла. За період з температурою більше +10°С випадає лише 300–310 мм. Відносна вологість повітря становить 76%.

Погодні умови змінюються зі зміною пори року. Так, зимовий режим погоди встановлюється при переході середньодобової температури повітря через 0°С. Початок зими характеризується нестійкою погодою з частою зміною морозів на відлиги. Зима в більшості років не сувора. Хоча бувають роки, коли в середньому морози досягають -25°С. Характерною особливістю зимового сезону є наявність частих відлиг, коли температура повітря підвищується до +8–10°С тепла. Тому, в окремі зими стійкого снігового покриву не спостерігається. В зимовий період переважає хмарна погода з незначними опадами, на долю яких приходиться 20–25% річної суми.

Весняний сезон починається з переходом середньодобової температури повітря через +15°С. Літо характеризується високими температурами – середня температура становить +18°С з коливаннями в окремі роки від +17°С до +22°С.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури нижче +10°С спостерігається лише в середині, а рідше – в кінці жовтня. Між кожним літом і початком осіннього сезону спостерігається передосінній період, який триває до 5–10 жовтня. Передосінній період і перша половина осені сухі, теплі. Хмарна і дощова погода настає в кінці жовтня. Впродовж передосіннього та осіннього періодів спостерігається загальне зниження температури повітря, і в кінці жовтня середньодобова температура повітря не перевищує +5°С, що є ознакою завершення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий має такі агрохімічні показники: вміст гумусу за ДСТУ 4289 – середній (3,2–3,3%), рухомого фосфору і калію (за Чиріковим) – 110–120 і 80–90 мг/кг відповідно, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 100–110 мг/кг, РН сольової суспензії – 5,6–5,8, гідролітична кислотність – 28–32 мгекв. на 1 кг ґрунту [28]. Характерною ознакою ґрунту дослідного поля є глибоке промивання карбонатів (на 50–70 см нижче гумусового горизонту). Верхній шар (0–30 см) – темно-сірого кольору, ґрудкувато-бриластий, слабо ілювійований. Шар 30–40 см – горіхувато-зернистої структури, слабо ущільнений, вологий із великою кількістю кореневих залишків трав’янистої рослинності. Товщина ґрунтового профілю, включаючи горизонт Р(h)К, становить 140–160 см.

У рік досліджень метеорологічні показники (табл. 2.1) були типовими для зони, проте дещо різнилися за місяцями та в загальному були сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, у тому числі й для гороху озимого.

Таблиця 2.1

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік	За рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сума опадів, мм													
Середньобагаторічна	586,0	38,0	34,0	36,0	41,0	52,0	81,0	68,0	49,0	61,0	43,0	43,0	40,0
2022	467,5	23,9	7,2	13,4	57,7	22,4	36,3	28,1	44,4	99,2	10,0	71,8	53,1
2023	–	6,0	20,5	27,2	129,6	42,4	15,8	92,5	12,4	4,2	–	–	–
Середня температура повітря, °С													
Середньобагаторічна	8,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1	14,5	8,3	2,8	-1,8
2022	9,6	-1,3	1,8	2,0	8,6	14,5	20,5	21,0	21,8	13,1	10,0	3,7	-0,4
2023	–	0,2	-0,2	5,1	8,8	15,4	19,6	21,3	22,9	18,4	–	–	–
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76,0	86,0	85,0	82,0	68,0	64,0	66,0	67,0	68,0	73,0	80,0	87,0	88,0
2022	73,6	76	67	68	59	64	63	71	79	78	80	89	89
2023	–	89	81	72	80	56	64	68	65	62	–	–	–

У 2022 році завдяки випаданню опадів у серпні та на початку календарної осені був накопичений достатній запас вологи у ґрунті, що позитивно вплинуло на одержання дружніх сходів досліджуваної культури, а позитивні температури до грудня дозволили рослинам сформувати розвинену кореневу систему та пройти процес адаптації і загартування до настання сталих холодів. Січень-березень 2023 року видався сприятливим для перезимівлі рослин за температурним режимом. У квітні спостерігалося підвищення температур з незначними перепадами в межах декад. У весняно-літні (IV–VI) місяці формувалась оптимальна відносна вологість повітря.

Аналіз метеорологічних умов у 2023 р. дає підставу стверджувати, що погодні умови були сприятливими для росту і розвитку гороху озимого.

2.3. Схема досліду та методика проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу мікробного препарату та регулятора росту рослин на рослини гороху озимого виконували в польових (дослідне поле Уманського НУС) та лабораторних (науково-дослідна лабораторія «Екологічного моніторингу в агросфері» кафедри біології Уманського НУС) умовах.

У дослідах використовували рослини гороху озимого сорту НС Мороз, регулятор росту рослин Регоплант, та мікробний препарат Ризоактив.

Горох (рід *Pisum Z.*) відноситься до родини бобових (*Fabaceae*). Об’єднує 6 видів, серед яких 2 культурні: широко розповсюджений горох посівний (*P. sativum Z.*) і горох абіссінський (*P. Abussinicum Br.*).

Горох озимий сорту НС Мороз, оригінатор Сербія, (м. Нові Сад) – озимий сорт білкового гороху, призначений для виробництва зерна. Сорт створений методом «педігрі» відбором з гібридної популяції. Ультраранній сорт з рівномірним дозріванням та високою стійкістю до низьких температур на рівні з озимою пшеницею. Норма висіву – 100–110 насінин на м^2 – близько 200 кг/га. Рослини низькорослі, висота 60–80 см з частими вузлами в

нижній частині стебла, тип листка афіла (вусатий), що збільшує стійкість до вилягання та полегшує процес збирання. Квітка – біла. Стручки розміщуються у верхній частині стебла, кількість стручків коливається в межах 10–14. Зерно кругле, від світло–кремового до світло-зеленого кольору. Маса 1000 зерен складає 180–230 г. Середній вміст сирого білку у зерні до 23%. Рекомендована зона вирощування Степ, Лісостеп, Полісся. Сорт з 2016 року внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні [29].

Мікробний препарат Ризоактив містить азотфіксувальні бактерії – симбіонти бобових культур: *Rhizobium leguminosarum bv. pisum; Rhizobium meliloti; Rhizobium lupini; Rhizobium galegae; Rhizobium trifolii; Rhizobium leguminosarum bv. viceae; Rhizobium cicer; Rhizobium phaseoli; Rhizobium leguminosarum bv. lens*.

Призначення – передпосівна обробка насіння різних бобових культур, що забезпечує утворення симбіотичних зв'язків коренів рослини та бактерій для покращення азотного живлення за рахунок біологічної фіксації атмосферного азоту.

Бульбочкові бактерії, що входять до складу препарату вступають в симбіоз з відповідними бобовими рослинами, здійснюючи процес фіксації молекулярного азоту, переводячи його у амонійну форму, доступну для рослин. Для певного виду бобових використовується свій штам-симбіонт.

Норма витрат – 2 л/т (горох, квасоля, нут, кормові боби, люпин, сочевиця) [30].

Регоплант – регулятор росту рослин із серії полікомпонентних препаратів, в основу дії якого покладено синергетичний ефект взаємодії продуктів біотехнологічного культивування грибів-мікроміцетів з кореневої системи женьшеню і аверсектину С. Препарат широкого спектру дії, рекомендований для передпосівної обробки насіння зернових, зернобобових, олійних, овочевих культур та обробки рослин у період вегетації.

Діюча речовина – продукти життєдіяльності грибів-мікроміцетів 0,3 г/л (насичені і ненасичені жирні кислоти (С14-С28), полісахариди, 15 амінокислот, аналоги фітогормонів цитокінінової та ауксинової природи), комплекс біогенних мікроелементів – 1,75 г/л; калієва сіль альфа-нафтилоцтової кислоти – 1 мг/л; аверсектин С – продукт життєдіяльності актиноміцету *Streptomyces avermytilis*.

Норми використання: передпосівна обробка насіння всіх культур – 250 мл/т (при витраті робочого розчину – 10 л/т); для обприскування посівів – 50 мл/га [31].

Дослід з вивчення дії мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант закладали за схемою:

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

Польовий дослід закладали у триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів з площею ділянок 70 м^2, обліковою – 50 м^2. Сівбу здійснювали з нормою висіву насіння 1,1 млн. насінин на гектар. Обробку насіння гороху озимого мікробним препаратом Ризоактив проводили безпосередньо у день сівби. Обприскування вегетуючих рослин регулятором росту росли здійснювали у фазі 3–4 розвинених вус за допомогою акамуляторного обприскувача Forte CL-18A з нормою витрати робочого розчину 300 л/га. Застосовували загальноприйняту технологію вирощування гороху для даної зони, яка передбачала виконання необхідних операцій відповідно до програми досліджень [32]. Попередником слугувала пшениця озима.

Основні дослідження та спостереження в дослідах проводили згідно наведених нижче методик:

– площу прилистків розраховували з використанням висічок [33];

– вміст у прилистках хлорофілів ($a+b$) [33];

– висоту рослин гороху озимого шляхом вимірювання 100 типових рослин на варіанті [34];

– облік врожаю гороху озимого виконували поділянково, прямим комбайнуванням з наступним зважуванням та перерахунком на стандартну вологість зерна;

– економічну оцінку ефективності застосування препаратів виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт;

– математичну обробку даних виконували за методикою, описаною В. О. Єщенком та ін. [34].

РОЗДІЛ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант на формування площі прилисткового апарату гороху озимого

Анатомо-морфологічна структура вегетативних органів рослин за оптимальних умов навколишнього середовища є сталою і прогнозованою, однак вплив низки чинників різного походження здатний її змінювати, що безпосередньо впливає на продуктивність посівів і якість врожаю.

Анатомічна будова листка може зазнавати змін за дії регуляторів росту рослин. Так, в оброблених рослин квасолі Гетероауксином (0,2 г/л) збільшувалась товщина листків (за рахунок збільшення асиміляційної тканини), зростала кількість клітин епідермісу, кількість продихів та їх площа, що пов’язано з дією Гетероауксину на меристематичні тканини на етапі поділу, розтягування клітин та формування їхніх розмірів [35].

Дослідження анатомічної будови листків сої показали, що комплексне застосування антигібереліновогo препарату Хлормекватхлорид в 0,5; 0,75 та 1,0% концентрації з передпосівною інокуляцією насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (2,8 л/т) впливало на збільшення площі клітин губчастої паренхіми, об’єму клітин стовпчастої паренхіми та кількості хлоропластів [36].

Важливим показником, що визначає потенційну продуктивність посівів, є площа листкової поверхні, значення якої може суттєво варіювати залежно від сортових та природно-кліматичних особливостей зони, місця вирощування культури, а також – застосовуваних препаратів, у тому числі й мікробних та регуляторів росту рослин. Результати, отримані А. А. Даценко [37], дають підставу стверджувати, що застосування для передпосівної обробки насіння гречки мікробного препарату Діазобактерин в нормах 150; 175 та 200 мл/т у суміші з регулятором росту рослин Радостим 250 мл/т та обробка у період вегетації гречки тим же регулятором росту рослин Радостим

у нормі 50 мл/га зумовлювало активізацію ростових процесів окремих тканин та органів, що виражалося у зростанні площі листків в середньому на 20–30%.

У ході проведених досліджень встановлено позитивну дію від застосування регулятора росту рослин, внесеного як окремо, так і на фоні обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив на формування площі прилистків гороху озимого (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вплив мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант на формування площі прилисткового апарату гороху озимого, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізація–цвітіння	
	тис. $м^2$/га	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	20,7	0
Ризоактив 2 л/т	23,4	+13,0
Регоплант 50 мл/га	22,5	+8,6
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	24,9	+20,3
$НІР_{05}$	*1,2*	

Аналіз даних, отриманих у 2023 році, показав, що застосування регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га сприяло зростанню площі прилистків гороху озимого у фазу бутонізації–цвітіння відносно контролю на 8,6%. Також позитивну дію на формування прилисткового апарату гороху було виявлено у варіанті з обробкою передпосівного матеріалу мікробним препаратом Ризоактив у нормі 2 л/т, де площа

прилистків складала 23,4 тис. м^2/га, тоді як у контролі – 20,7 тис. м^2/га. Внесення Регопланту на фоні застосування Ризоактиву забезпечило зростання показників площі прилистків відносно контролю на 20,3%, а в порівнянні до варіанту без бактеризації посівного матеріалу – на 11,7%.

Отримані результати досліджень дають підставу зробити висновок, що найоптимальніший вплив на формування прилистків гороху озимого складається при застосуванні регулятора росту рослин Регоплант на фоні передпосівної бактеризації насіння мікробним препаратом Ризоактив.

3.2. Вміст хлорофілу в прилистках гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант

Ріст і розвиток рослин є динамічним процесом, що відображає стан рослинного організму та характеризуються комплексом фізіологічних і біохімічних процесів, серед яких одним з найважливіших є фотосинтез. Під час цього процесу під дією сонячної радіації рослини засвоюють неорганічні елементи, синтезуючи з них до 90–95% органічних речовин, забезпечуючи подальше їх використання під час метаболізму, росту та формування врожаю [21].

Важливими складовими для оцінки діяльності фотосинтезуючої системи слугують вміст і співвідношення пігментів. Хлорофіл діє як фотокаталізатор і його дефіцит сповільнює інтенсивність фотосинтезу, тому зміни в кількісному складі пігментів фотосинтезу ведуть до зміни показників хлорофілу, які перебувають в залежності з господарським урожаєм. Піґментний комплекс рослинного організму є дуже чутливим до зміни умов навколишнього середовища, тому його слід віднести до тих критеріїв, що визначають ступінь адаптації рослин до природних й антропогенних чинників навколишнього середовища [38].

Польові дослідження засвідчили (табл. 3.2, 3.3), що формування вмісту хлорофілів залежало від застосування досліджуваних препаратів, внесених як

окремо регулятора росту рослин Регоплант, так і по фону обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив.

Таблиця 3.2

Вміст хлорофілу в прилистках гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант (фаза бутонізації, 2023 р.)

Варіант досліду	Хлорофіл (*a+b)*, % на суху речовину	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	1,620	0
Ризоактив 2 л/т	1,709	+5,5
Регоплант 50 мл/га	1,684	+4,0
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	1,762	+8,8
$НІР_{05}$	*0,071*	

Так, у 2023 році застосування Ризоактиву в нормі 2 л/т забезпечило формування вмісту суми хлорофілів *a+b* у прилистках гороху озимого у фазі бутонізації на рівні 1,709% на суху речовину при 1,620% у контролі.

Схожу тенденцію впливу досліджуваного препарату на вміст хлорофілів було відмічено і в іншу фазу розвитку гороху озимого (табл. 3.3). Так, у фазу цвітіння за використання мікробного препарату вміст хлорофілів зростав порівняно з контролем на 0,078% на суху речовину.

Встановлено, що окрім мікробного препарату на процес формування вмісту в прилистках гороху озимого хлорофілів також впливало застосування регулятора росту рослин Регоплант. За його застосування вміст суми

хлорофілів *a+b* у прилистках гороху озимого у фазу бутонізації зростав відносно контролю на 0,064% на суху речовину, у фазу цвітіння – на 0,044%, відповідно.

Таблиця 3.3

Вміст хлорофілу в прилистках гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант (фаза цвітіння, 2023 р.)

Варіант досліду	Хлорофіл (*a+b)*, % на суху речовину	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	1,825	0
Ризоактив 2 л/т	1,903	+4,3
Регоплант 50 мл/га	1,869	+2,4
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	1,994	+9,3
HIP_{05}	*0,085*	

Інтенсивне формування та накопичення суми хлорофілів *a+b* простежувалася і в варіантах обробки рослин гороху озимого регулятором росту рослин Регоплант на фоні передпосівної бактеризації посівного матеріалу мікробним препаратом Ризоактив. Так, показник вмісту суми хлорофілів *a+b* в даному варіанті у фазу бутонізації перевищував показник контролю на 0,142% на суху речовину; у фазу цвітіння – на 0,169% на суху речовину відповідно.

Одержані експериментальні дані дають підставу зробити висновок, що застосування регулятора росту рослин Регоплант (50 мл/га) на фоні обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив (2 л/т) у прилистках

гороху озимого формується найвищий вміст суми хлорофілів *a*+*b*, який за фазами розвитку культури перевищує контрольний показник на 8,8–9,3%.

3.3. Висота рослин гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант

Процеси росту рослин займають одне з головних місць в біологічних дослідженнях та викликають неабиякий інтерес у науковій спільноті, оскільки заходи регулювання продуктивності і врожайності посівів, які б в кінцевому результаті не змінювали інтенсивність, спрямованість, масштабність ростових процесів, нині відсутні. Вивчення динаміки ростових процесів дозволяє цілеспрямовано впливати на продуктивність сільськогосподарських культур. Тому оптимальні умови упродовж вегетації культури, коли вони поєднанні з правильно підібраними технологічними заходами, позитивно відображаються на рості і розвитку рослин [39].

Висота рослин та надземна маса рослин – є одним з основних факторів, від якого значною мірою залежить продуктивність культури. Вона віддзеркалює вплив на посіви погодних умов, рівня агротехніки, технології вирощування тощо. Застосування мікробних, хімічних і рістрегулючих препаратів, що мають високу фізіологічну дію та при застосуванні в малих нормах можуть впливати на метаболізм рослин, дає можливість повніше реалізувати генетичний потенціал, а також зменшити негативний вплив пестицидів на посіви і, як наслідок, на продуктивність сільськогосподарських культур [40].

Дослідженнями О. М. Мартинюка [41] встановлено, що високий рівень врожаю зернобобові культури формують лише за оптимізації факторів, що визначають інтенсивність процесу наростання надземної біомаси, накопичення сухої речовини рослинами, розміру фотосинтетичної поверхні і тривалості її активного функціонування, кількості бобів та насіння в них.

В. М. Мельник і С. Я. Коць [42] відмічають, що передпосівна бактеризація насіння сої культурою бактерій *B. japonicum* штам Т21-2 істотно збільшувала приріст надземної маси та висоти рослин як за оптимальних, так і за посушливих умов.

Аналіз даних, отриманих у 2023 році, показав (табл. 3.4, 3.5), що самостійне внесення регулятора росту рослин Регоплант (50 мл/га) забезпечувало зростання висоти рослин гороху озимого у порівнянні з контролем в на 6,9% – у фазу бутонізації, 3,3% – у фазу цвітіння відповідно.

Таблиця 3.4

Висота рослин гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза бутонізації, см	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	42,1	0
Ризоактив 2 л/т	48,6	+15,4
Регоплант 50 мл/га	45,0	+6,9
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	50,4	+19,7
$НІР_{05}$	*2,7*	

У варіанті, де виконували бактеризацію посівного матеріалу мікробним препаратом Ризоактив (2 л/т), підвищення показників висоти у фази бутонізації, цвітіння були на рівні 15,4 та 10,8% відповідно.

Найвищі показники висоти рослин відносно контролю були одержані у варіанті з комплексним застосуванням мікробного препарату Ризоактив + регулятор росту рослин Регоплант, де приріст становив 19,7% – у фазу бутонізації, 15,9% – у фазу цвітіння.

Таблиця 3.5

Висота рослин гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант, 2023 р.

Варіант досліду	Фаза цвітіння, см	% до контролю
Без застосування препаратів (контроль)	50,8	0
Ризоактив 2 л/т	56,3	+10,8
Регоплант 50 мл/га	52,5	+3,3
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	58,9	+15,9
$НІР_{05}$	*1,8*	

Аналіз вищенаведених експериментальних даних дає підставу зробити висновки, що на ростові процеси рослин гороху озимого в значній мірі впливали досліджувані препарати, найбільше зростання висоти рослин гороху озимого простежувалося за використання регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні бактеризованого перед сівбою насіння мікробним препаратом Ризоактив у нормі 2 л/т, де перевищення відносно контролю в середньому за фазами розвитку становило 15,9–19,7%.

3.4. Урожайність зерна гороху озимого за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант

Стрімке зростання чисельності населення у світі якнайшвидше потребує розробок нових способів та технологій збільшення врожайності найважливіших сільськогосподарських культур. Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур передбачають створення

оптимальних умов живлення рослин та надійного їх захисту від шкідників, хвороб в агроценозах [43].

Підвищення врожайності гороху практично в усіх країнах пов'язують, у першу чергу, з поліпшенням азотного живлення рослин за рахунок здатності рослин вступати в симбіоз з бульбочковими бактеріями виду *Rhizobium leguminosarum*, які на коренях рослини-господаря можуть утворюють бульбочки з досить високою азотфіксувальною здатністю [44].

Аналіз отриманих експериментальних даних засвідчив, що застосування мікробного препарату Ризоактив у нормі 2 л/т у 2023 р. забезпечувало підвищення врожайності культури відносно контролю на 13,5% (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Урожайність зерна гороху озимого (т/га) за впливу мікробного препарату Ризоактив та регулятора росту рослин Регоплант

Варіант досліду	2023 р.	Приріст до контролю, %	Прибавка врожаю
Без застосування препаратів (контроль)	1,48	0	0
Ризоактив 2 л/т	1,68	+13,5	0,20
Регоплант 50 мл/га	1,55	+4,7	0,07
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	1,76	+18,9	0,28
HIP_{05}	*0,08*	–	–

Обробка вегетуючих рослин рістрегулятором Регоплант у нормі 50 мл/га зумовлювало зростання врожайності гороху озимого у порівнянні з контролем на 4,7%, а у варіанті з внесенням Регопланту на фоні обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив – на 18,9%.

Таким чином, застосування в посівах гороху озимого регулятора росту рослин Регоплант на фоні бактеризованого посівного матеріалу мікробним препаратом Ризоактив створює найбільш оптимальні умови для формування високої продуктивності культури, що в 2023 році досліджень забезпечило прибавку зерна на рівні 0,28 т/га.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ РИЗОАКТИВ ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РЕГОПЛАНТ У ПОСІВАХ ГОРОХУ ОЗИМОГО

У сучасних умовах ведення сільського господарства важливою вимогою до елементів технології вирощування, які розробляються та впроваджуються в виробництво, є зниження собівартості одиниці продукції, зменшення енергетичних витрат, і як результат – підвищення прибутку. Окрім цього, сучасні технології вирощування повинні бути конкурентоспроможними на ринку технологій. Виробництво продукції рослинництва в умовах дефіциту ресурсного потенціалу вимагає перегляду підходів щодо розподілу виробничих витрат при розробці технологій вирощування польових культур. Розробка комплексу агрономічних заходів, які забезпечують високу урожайність сільськогосподарської культури, обов'язково супроводжується всебічною економічною оцінкою. Оцінювати ефективність будь-якого комплексу агрозаходів лише за зміною рівня урожаю недостатньо, оскільки залишаються поза увагою витрати на його отримання. У зв'язку з цим, виникає необхідність визначення не лише однієї агротехнічної ефективності, а в комплексі – з економічною [45].

Також, останнім часом у технологічному процесі вирощування культурних рослин значну увагу приділяють використанню регуляторів росту рослинного походження та мікробних препаратів задля підвищення економічної ефективності і зменшення витрат на придбання добрив [46].

Економічний аналіз використання досліджуваних препаратів у технології вирощування гороху озимого показав, що за використання мікробного препарату Ризоактив у нормі 2 л/т додатковий чистий прибуток складав 1040 грн./га, показник рентабельності при цьому становив 22% (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність застосування мікробного препарату Ризоактив та 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)	1,48	0	12200	0	14060	0	1860	8243	15	0
Ризоактив 2 л/т	1,68	0,20	13060	860	15960	1900	2900	7774	22	1040
Регоплант 50 мл/га	1,55	0,07	12400	200	14725	665	2325	8000	19	465
Ризоактив 2 л/т + Регоплант 50 мл/га	1,76	0,28	13260	1060	16720	2660	3460	7534	26	1600

Застосування регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га збільшувало рівень рентабельності до 19%, при цьому додатковий чистий прибуток становив 465 грн./га.

Найістотніше зростання показників економічної ефективності було одержано у варіанті застосування Регопланту на фоні передпосівної бактеризації посівного матеріалу Ризоактив, де найбільша прибавка врожайності при зниженні собівартості продукції сформувала рентабельність виробництва на рівні 26% за отримання додаткового чистого прибутку 1600 грн./га.

Таким чином, оцінка за економічною складовою технології вирощування гороху озимого показала, що найвищий показник економічної ефективності формувався у варіанті з комплексним використанням Ризоактиву із Регоплантом, що забезпечило формування рентабельності на рівні 26% та одержання додаткового прибутку з 1 га у розмірі 1600 грн.

ВИСНОВКИ

1. З’ясовано, що за інтегрованого застосування в посівах гороху озимого регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризоактив у фази бутонізації–цвітіння простежується на 20,3% наростання площі прилисткового апарату.

2. Застосування регулятора росту рослин Регоплант (50 мл/га) на фоні обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризоактив (2 л/т) зумовлює у прилистках гороху озимого формування найвищого вмісту суми хлорофілів *a*+*b*, який за фазами розвитку культури перевищує контрольний показник на 8,8–9,3%.

3. Ростові процеси рослин гороху озимого залежали від дії досліджуваних препаратів, найбільше зростання висоти рослин гороху озимого простежувалося за використання регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні бактеризованого перед сівбою насіння мікробним препаратом Ризоактив у нормі 2 л/т, де перевищення відносно контролю в середньому за фазами розвитку становило 15,9–19,7%.

4. Застосування в посівах гороху озимого регулятора росту рослин Регоплант на фоні бактеризованого посівного матеріалу мікробним препаратом Ризоактив створює найбільш оптимальні умови для формування високої продуктивності культури, що забезпечило прибавку зерна на рівні 0,28 т/га.

5. Оцінка за економічною складовою технології вирощування гороху озимого показала, що найвищий показник економічної ефективності формувався у варіанті з комплексним використанням Ризоактиву із Регоплантом, що забезпечило формування рентабельності на рівні 26% та одержання додаткового прибутку з 1 га у розмірі 1600 грн.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для активізації проходження біологічних процесів у рослинах та підвищення зернової продуктивності гороху озимого в його посівах слід застосовувати регулятор росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га на фоні передпосівної бактеризації насіння мікробним препаратом Ризоактив у нормі 2 л/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тараріко Ю. О. Розробка грунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням програмного комплексу. Метод. реком. / розроб. Ю. О. Тараріко; УААН. Інститут агроекології та біотехнології. Київ: Нора-Друк. 2002. 122 с.
2. Багорка М. О. Передумови для розвитку екологічно спрямованих інновацій в аграрному виробництві. Інвестиції: практика та досвід. 2018. № 5. С. 18–22.
3. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроекосистем: теорія і практика. Київ, 2015. 508 с.
4. Домарицький О. О., Ревтьо О. Я., Хомин І .О. Вплив регуляторів росту на ріст, розвиток та формування врожайності соняшнику гібрида Форвард в умовах недостатнього зволоження Південного Степу України. Таврійський науковий вісник. 2018. № 100. С. 51–56.
5. Yan X., Yu D., Wang H. Y., Wang J. W. Response of Submerged Plant (Vallisneria spinulosa). Clones to Lead Stress in the Heterogenous Soil. Chemosphere. 2020. Vol. 63. P. 1459–1465.
6. Gronwald J. W., Plaisance K. L. Isolation and characterization of glutathione Stransferase isozymes from sorghum. Plant Physiol. 2019. Vol. 117. № 1. P. 677–692.
7. Россихіна Г. С. Стан антиокисидантної системи *Zea Mays* під впливом гербіцидів. Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2006. № 14 (1). С. 149–154.
8. Грицаєнко З. М., Куш Л. Я. Вміст хлорофілу в листках озимої пшениці залежно від дії гербіцидів та біологічно-активних речовин. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти: тези доповідей ІІІ Міжнародної конференції, (м. Львів,4–6 жовтня 2007 р.). Львів. 2007. С. 125–126.
9. Дикун О. В., Жеребко В. М., Дикун М. О. Вплив ґрунтових і післясходових гербіцидів на вміст пластидних пігментів та

продуктивність фотосинтетичного потенціалу сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 1. С. 81–89.

10. Каленська С. М., Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування площі листкової поверхні сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної академії. 2018. № 3. С. 6–10.
11. Веселовська Л. І., Коць С. Я. Вплив різних способів застосування лектину на симбіотичні системи соя – *Bradyrhizobium japonicum*, сформовані в умовах оптимального та недостатнього водозабезпечення. Физиология растений и генетика. 2014. № 5. С. 437–448.
12. Пида С. В., Тригуба О. В., Григорюк І. П. Дія бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин на фотосинтетичний апарат люпину білого (*Lupinus albus* L.). Біоресурси і природокористування. 2014. № 1–2. С. 12–18.
13. Колесніченко О. В. Анатомо-морфологічна будова листків *Castanea sativa* MILL. як фактор стабілізації водного режиму рослин в умовах посухи. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. № 5. Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_5_31
14. Левченко Т. М. Вересенко О. М. Брухаль Ф. Й. Вплив гербіцидів на формування вегетативної маси і насіннєвої продуктивності люпину. Наукові доповіді НУБІП України. 2018. № 1 (71). Режим доступу до ресурсу: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/viewFile/10021/8898
15. Воробей Н. А., Коць С. Я. Стратегія добору бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* за поліпшеним симбіотичним фенотипом. Физиология растений и генетика. 2018. № 4. С. 344–357.
16. Гайдай Л. С. Вплив інокуляції насіння на біометричні показники рослин квасолі звичайної. Modern methodologies, innovations, and operational experience in the field of biological sciences: international research and

practice conference. (Lublin, Republic of Poland, December 27–28, 2018). Lublin, 2018. P. 130–133.

17. Breure A. M. Soil biodiversity: measurements, indicators, threats and soil functions. Soil and compost eco-biology: I International Conference. (León – Spain, September 15th – 17th, 2020). León. 2020. P. 83–96.
18. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. № 5. Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2016_5_7
19. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. [та ін.]. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : монографія. Київ: Аграрна наука. 2006. 312 с.
20. Волкогон В. В., Заришняк А. С., Гриник І. В., Бердников О. М. [та ін.]. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ. 2011. 156 с.
21. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. За ред. В. П. Карпенка. Умань. 2012. 357 с.
22. Карпенко В. П., Заболотний О. І., Притуляк Р. М. [та ін.]. Мікробіота грунту ризосфери сої за використання ризоактиву і гербіцидів. Мікробіологічний журнал. 2019. № 5. С. 48–61.
23. Іщенко, В. А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах Північного Степу України. Корми і кормовиробництво. 2010. № 66. С. 54–60.
24. Камінський В. Ф., Дворецька С. П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 1999. Вип.1–2. С.31–34.

25. Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту та біопрепаратів на продуктивність сої в Степу України. Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика: зб. тез доп. Міжнар. наук. Інтернет-конф. (м. Тернопіль, 20 листоп. 2019 р.). Тернопіль. 2019. С. 232–235.
26. Овчарук О. В., Овчарук В. І., Овчарук О.В. [та ін.]. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навч. посіб. Кам'янець-Подільський. Харків: Мачулин. 2019. 364 с.
27. Оліфірович В. О. Вплив біопрепаратів на урожайність рослин сої в умовах південної частини Лісостепу західного. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 138–140.
28. Прокопчук С. В. Оптимізація мінерального живлення нуту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.04. Прокопчук Сегрій Васильович. Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського". Харків. 2015. 20 с.
29. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Український інститут експертизи сортів рослин. 2020. Режим доступу до ресурсу: https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin
30. РИЗОАКТИВ БОБОВІ. [Електронни ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://bionorma.ua/inokulyanty/ryzoaktyv-bobovi-1-l/
31. РЕГОПЛАНТ. [Електронни ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://www.agrobiotech.com.ua/ua/regoplant
32. Козак Г. Озимий горох – технологія вирощування. [Електронни ресурс]. Пропозиція. 2019. № 5. Режим доступу до ресурсу: https://propozitsiya.com/ua/ozymyy-goroh-tehnologiya-vyroshchuvannya.
33. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.

34. Основи наукових досліджень в агрономії: [підруч.] / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; За ред. В. О. Єщенка. – К. : Дія. – 2005. – 288 с.
35. Шевчук О. А., Ткачук О. О., Ходаніцька О. О. [та ін.]. Морфо-біологічні особливості культури *Phaseolus vulgaris* L. за дії регуляторів росту рослин. Вісник УНУС. 2019. № 1. С. 3–8.
36. Чорна В. М. Фотосинтетична та насіннєва продуктивність сої залежно від інокуляції ретарданта в умовах правобережного лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Агрономія. 2019. Вип. 235. С. 48–58. Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_agr_2016_235_7.
37. Даценко А. А. Фізіологічне обґрунтування застосування біологічних препаратів у технології вирощування гречки в правобережному лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.12. Даценко Анна Андріївна. Умань. 2016. 21 с.
38. Мусієнко М. М., Паришкова Т. В., Славний П. С. Спектрометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ: Фітоцентр. 2001. 199 с.
39. Панцирева Г. В. Формування зернової продуктивності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного лісостепу України: дис. канд. с.-г. наук: 06.01.09. Панцирева Ганна Віталіївна. Кам'янець-Подільський. 2018. 21 с.
40. Мусатенко Л. І., Яворська В. К. Ріст і розвиток рослин та проблеми їх регуляції. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. Київ: Укр. фітосоціологічний центр. 2001. С. 269–281.
41. Мартинюк О. М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостепу. Матеріали науково-практичної конференції молодих вчених. Чабани. 2004. С. 57–58.

42. Мельник В. М., Коць С. Я. Формування і функціонування симбіотичних систем Соя – *Bradyrhizobium japonicum* за різного водозабезпечення. Фізіологія рослин і генетика. 2015. № 6 Т. 47. С. 483–490.
43. Василенко М. Г, Стадник А. П, Душко П. М. [та ін.]. Урожайність і якість насіння сільськогосподарських культур за дії регуляторів росту рослин. AGROECOLOGICAL JOURNAL. 2018. № 1. С. 96–101.
44. Толкачев М. З., Дідович С. В., Турін Є. М. [та ін.]. Селекція бульбочкових бактерій на високоефективний симбіоз з сучасними сортами зернобобових культур. Тези доповідей X з'їзду Товариства мікробіологів України (м. Одеса, 15–17 вересня 2004). Одеса. 2004. С. 247.
45. Каленська С. М., Новицька Н. В., Барзо І. Т. Економічна ефективність вирощування нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Молодий вчений. 2014. № 10 (13). С. 18–20.
46. Савранчук В. В., Семеняка І. М., Мащенко Ю. В. Економічна ефективність вирощування гречки залежно від застосування регулятора росту і мікробного препарату за різного удобрення. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2011. № 1. С. 59–63. Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2011_1_14.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
ОДНОФАКТОРНИЙ ДИСПЕРСІЙНИЙ АНАЛІЗ

Дослід: урожайність гороху озимого, 2023 рік
Одниниці виміру: т/га
Варіантів 4, Повторностей 3
Вихідні дані:

Варіант	Середнє	Повторності	
1,48	1,47	1,50	1,47
1,68	1,66	1,65	1,73
1,55	1,58	1,53	1,54
1,76	1,79	1,79	1,71

Середнє по досліду – 1,62
Таблиця дисперсії

Дисперсія	Сума квадратів	Ступені	Середній квадрат	F	
Загальна	411.01	13			
Повторностей	35.11	7			
Варіантів	310.22	5	70.03	8.37	
Залишку	60.47	15	6.12		

Помилка = 1.09 Помилка різниці середнього = 2.40
НІР = 0.08 або 3.23%
Сила впливу фактора = 0.27
Точність досліду = 3.03% Варіація даних = 5.17%
8-09-2023

Додаток Ж