

Міністерство освіти і науки України
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут агротехнологій та природокористування

Факультет агрономії, садівництва та захисту рослин
Спеціальність 201 Агрономія
Освітній ступінь «Магістр»

«Допускається до захисту»

Завідувач кафедри ботаніки, генетики
та захисту рослин

доцент _____ Павло ВЕРГЕЛЕС

« _____ » _____ 2023 р.

протокол № __ від «__» _____ 2023 р.

***Вплив комплексу біопрепаратів на урожайність гороху в умовах
ФГ «Накорик В.Г.» с. Леонівка Тульчинського району
Вінницької області***

01.01. – КР 197 м 08 12 22. 107

Магістр-випускник

Дмитро ПЕТРЕНКО

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент

Людмила ЯКОВЕЦЬ

Рецензент

Вінниця 2023

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Господарська характеристика гороху	8
1.2. Біологічна характеристика гороху	11
1.3. Особливості вирощування гороху за використання різних елементів технології	15
1.4. Біопрепарати як елемент технології вирощування	23
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Відомості про господарство	28
2.2. Методика проведення досліджень	32
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ БІОПРЕПАРАТАМИ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН	37
3.1. Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на ростові процеси рослин	37
3.2. Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на урожайність гороху	47
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ БІОПРЕПАРАТАМИ	50
ВИСНОВКИ	53
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Вплив комплексу біопрепаратів на урожайність гороху в умовах ФГ «Накорик В.Г.» с. Леонівка Тульчинського району Вінницької області», викладена на 64 сторінках, містить 9 таблиць, 1 рисунок, 2 додатки, при написанні було використано 68 літературних джерел.

Об'єктами дослідження є біопрепарати Біоінокулянт-БТУ-т (*Rhizobium leguminosarum*) та Біофосфорин (*Bacillus megaterium*) та сорти гороху посівного (*Pisum sativum* L.) Отаман та Мазепа.

Предметом дослідження є вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, що впливає на ріст, розвиток рослин та врожайність.

В кваліфікаційній роботі описано походження та особливості технології вирощування гороху, досліджено вплив передпосівної бактеризації насіння біопрепаратами Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, що впливає на біометричні показники рослин та врожайність, а також проведено розрахунок економічної ефективності застосування даного технологічного прийому.

Одержані та узагальнені результати досліджень дають можливість рекомендувати при вирощуванні гороху сорту Отаман застосовувати для передпосівної інокуляції насіння комплекс біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, які забезпечують рослини доступними формами фосфорними та азотистими сполуками, що сприяють зростанню урожайності на 45% (1,07 т/га) та рівня рентабельності на 64% у порівнянні до результатів отриманих на контролі, де бактеризацію не проводили, даний технологічний прийом не призводить до забруднення навколишнього середовища.

Ключові слова: горох, біопрепарат, бактеризація, Біоінокулянт-БТУ-т, Біофосфорин, урожайність.

ВСТУП

Горох є основною зернобобовою культурою України, він вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Горох володіє високою пластичністю, холодостійкістю та скоростиглістю завдяки чому має широкий ареал поширення [30]. Горох має велике агротехнічне, продовольче, та кормове значення, так як містить багато поживних речовин. Зернобобові культури у багатьох густонаселених країнах світу (Китай, Канада, Індія й ін.) є одним з основних джерел харчового білка. Одним із важливих завдань агропромислового комплексу України є виробництво рослинного білка, збалансованого за комплексом амінокислот. Горох джерело найдешевшого та екологічно безпечного білка, повноцінного за амінокислотним складом, водорозчинного та легко засвоюваного в організмі [57].

Тривалий час ринок гороху в Україні зростає, так як дана культура є цінною, досить рентабельною та добре себе зарекомендувала, як елемент сівозміни [21]. Проте в останні роки відмічається невисокі темпи росту урожайності та низький рівень стабільності продуктивності ценозів зернобобових культур. У 1992 році посівна площа гороху в Україні перевищувала мільйон гектарів, а в 2020 році не було засіяно навіть половини [20]. Для підвищення прибутковості потрібно впроваджувати технології вирощування гороху, які б забезпечували значно вищу врожайність, ніж та, яку аграрії отримують в останні роки. Зниження урожайності гороху пов'язане насамперед тим, що горох в значній мірі знижує свою продуктивність за несприятливих погодних умов та не збалансованості елементів живлення. Горох вимогливий до вологи, ґрунту, світла, тому часто не реалізує свій генетичний потенціал продуктивності за несприятливих умов [58]. Оптимізація умов живлення забезпечує формування досить високої урожайності та якості зерна і при цьому, в значній мірі, знижує негативний вплив погодних умов. У технології вирощування сільськогосподарських культур важливе значення має кожен її елемент. Важливим елементом технології вирощування є оптимізація

збалансованих за всіма елементами умов живлення та стимуляції азотфіксації.

При вирощуванні гороху техногенно-хімічна інтенсифікація сприяє отриманню високих врожаїв, в той же час таке застосування агрохімікатів веде до загострення проблеми забруднення навколишнього середовища і зростання рівня деградації ґрунтів. Для вирішення даної проблеми необхідним є раціональне використання біологічного потенціалу ґрунту, за рахунок ефективно оптимізації в агрофітоценозах рослинно-мікробної взаємодії. Для активізації життєдіяльності корисних мікроорганізмів в ризосфері рослин можна вносити органічні та мінеральні добрива, які сприяють оптимізації діяльності місцевої аборигенної мікрофлори або застосовувати селективні штами азотофіксуючих та фосформобілізуєчих мікроорганізмів [49]. На рахунок позитивного впливу біопрепаратів на продуктивність сільськогосподарських культур проведені різні дослідження, але, на даний час, не всі матеріали підкріплені дослідженнями в конкретних агрокліматичних умовах та комплексному їх застосуванні.

Мета дипломної роботи: дослідити вплив передпосівної інокуляції насіння гороху біопрепаратами Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, на ріст, розвиток рослин та урожайність.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних завдань:

- ✓ провести огляд літературних джерел, за темою досліджень, з'ясувати походження та значення гороху;
- ✓ встановити вплив передпосівної інокуляції насіння гороху на ріст та розвиток рослин;
- ✓ дослідити вплив біопрепаратів на урожайність гороху;
- ✓ розрахувати рівень рентабельності застосування передпосівної інокуляції насіння гороху;
- ✓ систематизувати отримані результати досліджень у вигляді висновків та пропозицій

Об'єкти дослідження є біопрепарати Біоінокулянт-БТУ-т (*Rhizobium leguminosarum*) та Біофосфорин (*Bacillus megaterium*) і сорти гороху посівного (*Pisum sativum* L.) Отаман та Мазепа.

Предмет дослідження є вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепарати Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин на ріст, розвиток рослин та врожайність.

Необхідність в удосконаленні технології вирощування гороху за рахунок застосування біопрепаратів, які не наносять шкоди навколишньому середовищу, з врахуванням економічної ефективності, такого застосування є актуальним питанням для сфери сільськогосподарського виробництва, яке потребує вирішення.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Господарська характеристика гороху

Горох (*Pisum sativum* L.) цінна зернобобова культура є джерелом найдешевшого та екологічно безпечного білка, повноцінного за амінокислотним складом. Зернобобові культури цінні вмістом білкових речовин, у насінні яких його у 1,5–2,0 рази, а деякі і утричі більше, ніж у зерні злакових та здатністю забезпечити високий збір перетравного протеїну з одиниці площі. Напрямки використання гороху різноманітні: продовольчий у вигляді зрілого насіння, свіжого зеленого горошку, промисловий (консерви із зеленого горошку), кормовий (силос, сінаж, сіно, сінна трава, зернофураж, зелений корм), агротехнічний (забезпечення ґрунту біологічним азотом, оструктурування ґрунту), удобрювальний, як сидерати на зелене добриво [55].

Горох має унікальний хімічний склад, поєднуючи високий в собі вміст білка з підвищеними кількостями жирів та вуглеводів. Насіння гороху містить 23-30% білка, 50,2-53,3% вуглеводів, 1,25-1,53% жирів, 5,71-5,88% клітковини, 11,8-14,1 води, 2,8-3,3% мінеральних речовин, представлених солями калію, кальцію, натрію, йоду, фосфору, заліза і є цінним дієтичним продуктом харчування. В зерні міститься багато вітамінів, зокрема: каротину 0,49-0,56 мг, вітаміну В2 0,15-0,18 мг, вітаміну В1 0,68-0,81 мг, вітаміну РР 2,1-2,4 мг, вітаміну В6 0,16-0,19 мг, вітаміну Вс 0,085-0,12 мг, вітаміну С 20-40 мг, вітаміну К 0,27-0,29 мг, вітаміну Е 5-6 мг, інозиту 200-220 мг [56].

Горох є цінною кормовою культурою, в насінні міститься велика кількість протеїну, до складу якого входять незамінні амінокислоти, зокрема: цистин, лізин, метіонін, терозин, триптофан. Білки гороху водорозчинні і легко засвоюються в організмі. У 1 ц зерна гороху міститься 12,7 корм. од., забезпеченість перетравним протеїном 170 г, а у 1

ц горохової соломи міститься відповідно 32,5 корм. од. та 105 г протеїну [55].

При виробництві концентрованих кормів використовують горохове борошно. Згодовують тваринам також зелену масу гороху, солону, сіно, кормова поживність даного корму завдяки високому вмісту білка значно вища, ніж злакових культур [56]. За кормовими цінностями солома гороху не поступається високоякісному сіну. Введення в раціони дійних корів та молодняку сінажу з багатокomпонентних сумішей, в яких на частку гороху припадало 20-30%, дало можливість збалансувати раціони по протеїну, а також по вмісту цукру та каротину. Горох є цінним елементом у травосумішках. Зелена маса гороху добре підходить для використання на сидерати [14, 15].

Горох має агротехнічне значення, так як він збагачує ґрунт цінною органічною масою та біологічним азотом, поповнює орний шар фосфором, кальцієм, калієм є добрим фітосанітаром, покращує структуру ґрунту та підвищує його родючість [12, 14]. Залежно від рівня урожайності горох може залишати з соломою та поживними рештками біля 60-90 кг/га азоту, 15-25 кг/га фосфору, 20-30 кг/га калію. Коренева система гороху здатна засвоювати поживні елементи із важкорозчинних сполук. Горох сприяє підвищенню рухомості фосфору у ґрунті, а це поліпшує фосфорне харчування наступних культур в сівозміні. Горох є одним із кращих попередників для більшості сільськогосподарських культур у сівозміні та цінною сидеральною культурою [56].

Історичні дані про вирощування гороху налічують близько 20 тисяч років. Горох був відомий народам середземноморських країн (Іспанія, Італія, Австрія, Югославія) за 5 тис. років до н. е. Дрібнонасінний горох вперше ввели в культуру одночасно землероби Європи, країн Центральної, Передньої та Південно-Східної Азії (Іран, Закавказзя, Туркменія). А у країнах Нового світу історія гороху пов'язана з іменем Х. Колумба, який посіяв горох на острові Ізабелла у 1493 р. [55]. На території України горох з'явився

близько за 500 років до н. е., підтвердження знайдені на розкопках, які проведені поблизу Харкова. На даний час горох вирощується майже в усі європейських країнах, США, Канаді, КНР та ін. Горох є традиційною зернобобовою культурою в Україні, його вирощують у всіх зонах, найбільше – в Лісостепу (55% від загальної площі), Степу (25%), решту – на Поліссі [1, 14].

За період з 2010 по 2019 роки в Україні спостерігається стійка тенденція скорочення площ під горохом в Україні. Так, у 2010 році горохом було засіяно 306 га, у 2013 році площа під горохом становила 191 га, у 2016 – 245 га, а у 2019 – 253 га [11]. На даний час виникла необхідність розробляти та впроваджувати нові елементи технології вирощування гороху, спрямовані на біологізацію систем землеробства за умов змін клімату.

В нашій державі горох є переважно експортно-орієнтованою сільськогосподарською культурою, так як велика частка врожаю постачається на експорт, тоді як внутрішнє споживання є недостатнім. Певний час ринок гороху в Україні стрімко зростає, це спонукало аграріїв збільшувати площі під даною культурою, адже культура є досить рентабельною та є добрим попередником у сівозміні [21, 50]. Проте, в останні роки відмічено невисокі темпи росту урожайності гороху та низький рівень стабільності продуктивності агроценозів зернобобових культур. Горох може знижувати свою продуктивність в значній мірі за несприятливих погодних умов та при не збалансованості елементів живлення. Для збільшення прибутковості від вирощування гороху необхідно впроваджувати елементи технології, які б забезпечували значно вищу врожайність, ніж та, яку аграрії отримують в останні роки. За оптимізації умов живлення забезпечується формування досить високої урожайності та якості зерна, а також знижується негативний вплив зміни кліматичних умов. Використання у сівозмінах зернобобових культур є надзвичайно важливим чинником упродовж створення ефективного механізму для підвищення родючості ґрунтів на основі

аккумуляції атмосферного азоту та накопичення органічної речовини з метою посилення процесів гуміфікації.

При оптимізації технології вирощування кожної культури важливим є кожен її елемент. Перспективним є підвищення продуктивності посівів гороху при створенні оптимальних збалансованих за всіма елементами умов живлення та оптимізації функціонування симбіотичної системи.

1.2. Біологічна характеристика гороху

Горох (*Pisum sativum* L.) належить до родини бобових (*Fabaceae*), включає декілька видів, з яких поширеними є: поліморфний (збірний) та культурний посівний. Підвидами посівного гороху є звичайний посівний – ssp. *Sativum* та горох польовий, або пелюшка – ssp. *arvense* та ін. [12, 59].

Найпоширеніший у культурі підвид гороху посівний, у якого квітки мають біле забарвлення, листки зелені, насіння кулястої форми, звичайно гладеньке але інколи зморшкувате, забарвлення однотонне (зелене, біле або рожеве), рубчик світлий, зрідка може бути темним, маса 1000 насінин гороху становить близько 150-300 г. А у гороху польового або пелюшки квітки мають червоно-фіолетове забарвлення, листя зелене, прилистки з фіолетовими до антоціанового забарвлення плямами. Насіння гороху пелюшка має форму кулясто-кутасту з невеличкими вм'ятинами, з рубчиком коричневого або чорного кольору, оболонка насінини має сіро-зелене забарвлення, може бути також бурюю або чорною, часто має крапчастий малюнок. Менш вибагливим до ґрунтів є горох польовий, який росте в західних та північних областях, здебільшого на піщаних й торф'яних ґрунтах. Горох польовий використовується для кормових потреб та на зелене добриво [56].

Горох це однорічна трав'яниста, холодостійка, самозапильна рослина, проте при жаркій погоді спостерігається і перехресне запилення. Стебло гороху видовжене, округло-гранчасте, не виповнене, тонке, заввишки 15–250 см, за будовою стебел сорти гороху поділяються на звичайні та штаббові. В

основі стебло гороху здатне до гілкування, які можуть бути різної висоти: у карликових сортів – до 50 см, напівкарликових – 80 см, середньорослих – 130 см, а у високорослих – до 150-200 см і більше. Карликові сорти гороху більш стійкі до вилягання ніж високорослі, які утворюють сланкі стебла і вилягають. Листки гороху парноперисті, складні, які складаються з 1–2–3 пар листочків та закінчуються листки розгалуженими вусиками, забарвлення листя може бути зелене, світло-зелене та темно-зелене. Суцвіття у гороху називають китиця. У сортів, які мають звичайне стебло на квітконосі формується 1–2 квітки, а у сортів зі штаббовим стеблом на квітконосі формується 3–7 квіток. У овочевих сортів гороху квітки мають біле забарвлення. Рослини гороху починають цвісти через 35–45 діб після появи сходів, залежно від скоростиглості сортів. Плоди гороху називається боби, які за будовою поділяють на луцильні, напівцукрові та цукрові, у фазу технічної стиглості боби стають м'ясисті. Після досягання боби гороху розтріскуються, що призводить до випадання насіння. На даний час створюються сорти, боби в яких не розтріскуються. Боби гороху за розміром поділяють на короткі, середні, довгі та дуже довгі. Боби цукрового гороху довжиною 10–15 см, дуже цукристі, соковиті, м'ясисті, їх люблять вживати в їжу свіжими або після кулінарної обробки. За формою насіння гороху буває трьох типів: округле, перехідне, зморшкувате (мозкові сорти). Маса 1000 насінин гороху може становити 170-400 г, маса насінин залежить від виповненості, величини і сорту [46]. Коренева система гороху стрижнева. Головний корінь гороху може проникати на глибину 1,0-1,5 м, розгалужується більшість у верхньому орному удобреному і розпушеному шарі ґрунту де утворює велику кількість бічних корінців. На коренях гороху формуються бульбочки, які здатні засвоювати азот з повітря. Коренева система гороху виділяє у ґрунт ризосфери фізіологічно-активні речовини, які характеризується значною кислотністю, дані речовини сприяють розчиненню важкорозчинних мінералів, зокрема фосфатів [67].

Горох холодостійка овочева культура, яка мало вибаглива до тепла, відноситься до рослин довгого дня. За наявності вологи та кисню насіння гороху починає проростати при температурі $+1...+2^{\circ}\text{C}$, але проростання відбувається дуже повільно і сходи з'являються лише через 18–20 днів, а при температурі $10-16^{\circ}\text{C}$ сходи з'являються на 8-10 день. Сходи гороху можуть витримувати короткострокові заморозки до -4°C . Оптимальною температурою у період формування генеративних органів є $12-16^{\circ}\text{C}$, а оптимальною температурою у період росту бобів та наливу насіння є $16-22^{\circ}\text{C}$. Підвищення температури вище 26°C має негативний вплив на кількість та якість урожаю. Вегетаційний період гороху коливається залежно від сорту від 65 до 110 днів. Тривалість періоду сходи-цвітіння – 30–35 днів, цвітіння-дозрівання – 35–45 днів [55].

Горох вибагливий до вологи, оптимальна для росту та розвитку вологість ґрунту становить близько 80% НВ. Для проростання гороху необхідна вологість 110-120% води від власної ваги насіння, тому горох висівають якомога раніше, в одні з перших днів виходу в поле при настанні фізичної стиглості ґрунту. За раннього терміну сівби гороху можна отримати дружні сходи, а рослини навіть при відсутності опадів можуть більш продуктивно використовувати запаси осінньо-зимової вологи [27].

При водоспоживанні гороху критичним є період від закладки генеративних органів до повного цвітіння. Починаючи з фази проростання насіння бубнявіючи поглинає до 115% води від сухої маси насіння. Найвищі урожаї гороху формуються у районах де річна кількістю опадів становить 450-600 мм та вологість ґрунту становить 70-80% НВ. У посушливі роки, коли у період від сходів до закінчення цвітіння запаси продуктивної вологи у орному родючому шарі ґрунту становлять менше 25 мм, рослини гороху різко знижують урожайність, при цьому опадають квітки, зменшується озерненість бобів та маса 1000 насінин. Надмірна вологість негативно впливає на урожайність гороху розвивається велика вегетативна маса рослин,

на це витрачається велика кількість поживних речовин, ослаблені рослини сильно уражуються збудниками захворювань [13, 33].

Горох є культурою, яка вимоглива до ґрунтів, тому найкращими для вирощування є суглинкові і супіщані родючі чорноземні ґрунти, багаті на фосфор, калій та кальцій, з нейтральною або слабокислою реакцією ґрунтового розчину в межах рН 6-7. Горох формує досить високий рівень урожаю на осушених некислих торфовищах, а на щільних глинистих, кислих, перезволожених ґрунтах, а також ґрунтах з неглибоким заляганням ґрунтових вод горох розвивається погано, так як в даних ґрунтах пригнічується діяльністю корисних мікроорганізмів, рослини жовтіють та припиняють ріст. Для нейтралізації кислотності ґрунту їх треба обов'язково вапнувати. Для гороху малопридатними є легкі піщані, солонцюваті та солончакові ґрунти бідні на поживні речовини [27].

Горох дозріває за 75-115 діб, тому за тривалістю вегетаційного періоду належить до скоростиглих культур, тому горох часто вирощують як парозаймаючу культуру. При розвитку гороху виділяють фази росту: проростання, сходи, гілкування стебла, бутонізація, цвітіння, формування бобів, досягання, повна стиглість. Серед фаз розвитку виділяють ті, які мають більше практичне значення це фази сходів, бутонізації, цвітіння та формування насіння [37].

Горох має унікальну здатність до фіксація молекулярного азоту з повітря, притаманну бобовим рослинам. Особливістю азотного живлення гороху є формування симбіотичної системи рослин з бульбочковими бактеріями *Rhizobium leguminosarum* Baldwin et Fred, які поселяються в коренях рослин [61]. У процесі формування симбіотичних зв'язків між рослиною та бульбочковими бактеріями утворюється цілісна фізіологічна система, здатна фіксувати азот з повітря. Максимального рівня фіксації біологічного азоту можна досягти при правильному доборі сорту гороху та раси бульбочкових бактерій [39, 47]. Близько 75% азоту, фіксованого бульбочковими бактеріями із повітря використовує бобовими рослина для

живлення, а 25% фіксованого азоту залишається в бульбочках в ґрунті з рослинними рештками та використовується наступними культурами сівозміни [54, 63].

У ґрунтах України широко розповсюджені аборигенні бульбочкові бактерії, проте вони можуть бути не специфічні до сортів гороху, або їх кількість може бути недостатньою у зоні проростання насіння, що веде до зниження ефективності симбіотичної азотфіксації. Тому, виникає необхідність перед сівбою обробляти насіння гороху біопрепаратами на основі специфічних культурі селекційних штамів бактерій (*Rhizobium*) [28].

Отже, враховуючи біологічні особливості гороху можна відмітити, що територія на якій розташована Україна є придатною для вирощування гороху, як цінної продовольчої та кормової культури.

1.3. Особливості вирощування гороху за використання різних елементів технології

На даний час технологія вирощування бобових культур повинна базуватися на управлінні процесами забезпечення високої зернової продуктивності і якості зерна та спрямовуватись на максимальне використання біологічного потенціалу продуктивності сортів [25, 34, 35, 51].

Для досягнення повної реалізації потенціалу урожайності сортів гороху необхідною умовою є оптимізація умов росту та розвитку рослин, які забезпечуються сучасними інтенсивними елементами технології, які передбачають застосування інтегрованого захисту посівів від бур'янів, шкідників, хвороб, оптимальне забезпечення рослин елементами живлення та своєчасне і якісне виконання всіх агрономічних заходів.

Немає другорядних елементів технології вирощування, тому є важливим використати всі можливі резерви удосконалення технології вирощування гороху для отримання високих та якісних врожаїв [9, 26, 58, 65, 67].

Інтенсивна технологія вирощування гороху передбачає: дотримання науково-обґрунтованого розміщення посівів гороху в сівозміні,

впровадження високоврожайних сортів, придатних для механізованого вирощування, застосування оптимальних норм добрив, високоякісний передпосівний та основний обробітки ґрунту, науково обґрунтоване використання пестицидів або механічного догляду та комплексу високопродуктивних машин, прогресивну організацію праці [62].

Вирощування зернобобових культур у сівозміні є одним з найважливіших енергозберігаючих елементів землеробства. У підвищені родючості ґрунтів велике значення мають зернобобові, як сидерати, які надають можливість підвищити урожайність зернових та інших культур на 40-60% на збіднених на гумусові сполуки ґрунтах без додаткових капіталовкладень [66].

Кращими попередниками для гороху на зерно є ярі, озимі колосові та просапні, зокрема цукрові і кормовий буряки, кукурудза, особливо на зелений корм та силос через раннє звільнення полів, картопля і інші овочеві культури. Горох не сіють після бобових, так як можливе зараження спільними хворобами та пошкодження спільними шкідниками. Для запобігання ураження кореневими гнилями, які сильно уражують горох, повертати його на те ж саме поле можна лише через 6-7 років, щоб запобігти так званій гороховтомі, так як горох може сильно уражуватись кореневими гнилями, фузаріозом, пошкоджується нематодами, плодожеркою, бульбочковими довгоносиками, гороховим комариком. Не потрібно сіяти горох ближче 1 км від інших бобових культур, з якими у гороху багато спільних шкідників [10, 18, 45, 68].

Горох у симбіозі з бульбочковими бактеріями *Rhizobium leguminosarum* має здатність зв'язувати молекулярний азот атмосфери у кількості 100–150 кг азоту (д. р.), що є еквівалентним 300–400 кг селітри, за рахунок цієї здатності бобові рослини забезпечують більше 60% потреби у азотних сполуках [20, 36]. Завдяки унікальній властивості зернобобових з бульбочковими бактеріями зв'язувати азот з атмосфери та накопичувати велику кількість

азоту (50–200 кг/га), горох є добрим попередником для зернових та овочевих культур [16, 38].

Краще вирощувати горох на високородючих, багатих на органічні речовини ґрунтах, зі слабокислою та нейтральною реакцією ґрунтового розчину. Не придатними для вирощування гороху є кислі та заболочені ґрунти. При вирощуванні гороху кислі ґрунти обов'язково вапнують, вносячи 6-7 т/га дефекату, а солонцюваті ґрунти гіпсують вносячи 3-5 т/га гіпсу [3].

Насінню гороху для проростання необхідно води 110-120% від власної маси, тому його висівають як можна раніше, при настанні фізичної стиглості ґрунту [7].

При вирощуванні гороху вибір певних прийомів обробітку ґрунту залежить від ґрунтово-кліматичних умов, загального рівня культури землеробства та ступеня забур'яненості полів [5]. При посіві гороху після стерньових попередників, зокрема після озимої пшениці, за наявності однорічних бур'янів проводять дискування (ЛДГ-15) на глибину 6-8 см та зяблеву оранку плугами ПЛН-5-35 або ПЛП-6-35 на глибину 20-22 см, на деградованих чорноземах 25-27 см, дерново-підзолистих ґрунтах – на глибину орного шару. При ості поля кореневищними бур'янами, проводять дискування двічі дисковими луцильниками або боронування (ЛДГ-10А, ЛДГ-15А, БДТ-7) на глибину 10-12 см; на полях з коренепаростковими бур'янами проводять обробіток перший раз дискування на глибину 6-8 см, а другий обробіток через 10-15 днів лемішними луцильниками (ППЛ-10-25) на глибину 12-14 см, а зяблеву оранку проводять здійснюють на глибину 20-22 см. В Лісостепу та на Поліссі надають перевагу ранній зяблевій оранці, яка дає можливість проводити напівпаровий обробіток ґрунту, який сприяє очищенню площі від бур'янів та дає можливість накопичити у ґрунті більше вологи. Якщо попередником гороху була кукурудзи, то після її збирання проводять дискування важкими дисковими боролами (БДТ-3, БДТ-7) двічі у поперечних напрямках на глибину 10-12 см та оранку на зяб на глибину 25-27 см [2].

Враховуючи вологолюбність гороху, зокрема під час проростання насіння, приділяють велику увагу передпосівному обробітку ґрунту, основна мета якого максимальне збереження вологи у ґрунті та створення дрібногрудочкуватої структури посівного шару для якісного посіву. Даний обробіток починають проводити зразу при настанні фізичної стиглості ґрунту, проводять розпушування ґрунту важкими або середніми боронами (БЗТС-1,0) в комплексі з шлейфами, проводять розпушування під кутом до оранки. Після розпушування через день-два, а на півдні у той же самий день починають проводити передпосівний обробіток паровими культиваторами (КПС-4) у агрегаті з середніми боронами на глибину 6-8 см. За посушливої погоди на весні передпосівний обробіток ґрунту бажано проводити комбінованими агрегатами РВК-3,0, РВК-3,6, які можуть за один прохід культивувати, вирівнювати, боронувати та коткувати ґрунт, при цьому втрати ґрунтової вологи через випаровування значно зменшуються. При посіві гороху на важких запливаючих ґрунтах Лісостепу, весною площу до сівби культивують двічі на 8- 10 і 6-8 см [51].

При недостатньому забезпеченні рослин хоча б одним елементом живлення, у них уповільнюється темп формування листків та інші фізіологічні процеси, таких як викидання або цвітіння волоті [44].

Надходження поживних речовин в рослини зернобобових відбувається нерівномірно. На початковій фазі вегетації зернобобові потребують невелику кількість поживних речовин. При наближенні до фази цвітіння вимогливість рослин до забезпечення елементами живлення значно зростає, так як найбільшу кількість поживних речовин рослини споживають у фазу цвітіння і формування бобів. У наслідок нестачі азоту в фазу сходів рослини гороху і сої можуть мати жовтий колір, так як процес фіксації молекулярного азоту атмосфери бульбочковими бактеріями ще не розпочався [45].

В ґрунті у природних умовах бульбочкові бактерії не завжди знаходяться в достатній кількості, тому важливим заходом підвищення урожайності бобових культур, зокрема гороху і сої, є штучне зараження

бульбочковими бактеріями посівного матеріалу [60]. Рослини, які розвиваються з насіння, яке інокулювали перед посівом специфічними бульбочковими бактеріями більш стійкі до умов вирощування у початковій фазі розвитку [31].

Під час процесу вирощування горох, виносить з ґрунту значну кількість поживних речовин, зокрема на 1 ц зерна використовується 4,5-6 кг азоту, 1,6-2 кг фосфору, 2-3 кг калію, 2,5-3 кг кальцію, 0,8-1,3 кг магнію і мікроелементи (молібден, бор та ін.). Так як, більша маса кореневої системи у гороху знаходиться у верхньому шарі ґрунту, а горох має короткий вегетаційний період, тому він добре реагує на внесення стартових доз добрив. Так як, горох є рослиною, яка здатна забезпечити значну кількість потреби в азоті завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, тому посіви гороху удобрюють переважно фосфорними та калійними добривами, які сприяють кращому розвитку кореневої системи та підвищенню активності бульбочкових бактерій. При вирощуванні гороху на бідних дерново-підзолистих та інших ґрунтах (після кукурудзи, яка засвоює з ґрунту багато азоту) слід вносити, крім калію та фосфору, азотні добрива [24].

Горох добре відкликається на післядію мінеральних та органічних добрив, які вносились під попередник. Під горох органічні добрива безпосередньо не вносять, тому що вони призводять до надмірного росту вегетативної маси.

Врожайність гороху знаходиться в прямій залежності від якості насіння, тому необхідно висівати добре сформоване, відкаліброване, чисте та не пошкоджене гороховим зерноїдом, насіння 1-3 репродукції [22].

Для запобігання поширенню захворювань, перед посівом насіння завчасно гороху протруюють та безпосередньо перед сівбою обробляють бактеріальним препаратом на основі бульбочкових бактерій.

При вирощуванні гороху велике значення має правильно підібраний строк сівби. За проведення сівби у ранні строки забезпечується добре набубнявіння та проростання насіння гороху, за рахунок підвищеної

вологості ґрунту, чим створюються умови для появи дружніх сходів. А також, при ранньому строці посіву ефективніше використовуються поживні речовини наявні в ґрунті, а рослини менше пошкоджуються шкідниками та хворобами [29].

Горох відноситься до культур раннього строку сівби, тому запізнення з посівом веде до скорочення періоду активної асиміляційної діяльності рослин, це має негативний вплив на формування врожаю. Відмічено, що запізнення з посівом в Лісостеповій зоні на 10 днів від оптимальних строків, веде до зменшення врожаю на 5-8 ц/га, а також веде до погіршення якості насіння. Важливим агротехнічним заходом є сівба гороху в оптимально ранні строки, коли ґрунт знаходиться в стані фізичної стиглості, даний захід сприяє одержанню великого урожаю зерна [34].

Переважно сіють горох звичайним рядковим способом, за допомогою зернових сівалок СЗ-3,6, СЗП-3,6 та ін. Норма висіву насіння гороху залежать від зони його вирощування, сортових особливостей та посівних якостей насіння. За рекомендованими зональними нормами висіву насіння гороху, вони становлять: для лісостепових районів України 1,3-1,4 млн схожих зерен на 1 га, для південних степових 0,9-1,0 млн, для поліських до 1,5 млн. Норму висіву збільшують для низькорослих сортів гороху на 0,1-0,2 млн зерен, а для високорослих сортів приблизно на стільки ж зменшують. Рідше сіють крупнозерні сорти гороху, ніж дрібнозерні. При вузькорядній сівбі або при посіві насіння у сухий ґрунт збільшують норму висіву на 10-15 % [41].

На важких ґрунтах глибина загортання насіння гороху становить 4-5 см, на середніх та легких 6-7 см. При пересиханні верхнього посівного шару, необхідно враховувати, що горох не виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі, тому насіння, а особливо крупнозерних сортів, можна загорнути на глибину 8-10 см.

У посушливу весну першим заходом по догляду за горохом є післяпосівне коткування ґрунту, яке сприяє підтягуванню вологи до насіння та кращому контактуванню насіння з ґрунтом. Для коткування ґрунту

використовують гладкі котки СКГ-2,2 або ЗГКВ-1,4 в агрегаті з посівними борінками для створення мульчуючого шару ґрунту або кільчасто-шпорові ЗККШ-6. Даний захід сприяє більш якісному збиранню гороху жатками.

Бобові культури є чутливими до забур'яненості посівів. Шкідливий вплив бур'янів починає проявлятися не зразу, а через 3-4 тижні після проростання сходів, це обумовлено поступовим накопиченням надземної маси сегетальної рослинності та збільшенням конкуренції за воду, світло, поживні речовини. Тому в посівах гороху у цей період є необхідним здійснювати контроль за чисельністю бур'янів. До появи сходів проводять одне-два боронування для знищення бур'янів у фазі "білої ниточки" та зменшення випаровування ґрунтової вологи, або застосовують гербіциди [48]. За появи сходів гороху посіви боронують під кутом до сівби зубовими або сітчастими боролами БЗС-1,0, ЗБП-0,6А, БСО-4А та іншими, боронування повторюють, у період коли на рослинах з'являються 3-4 листки, до утворення вусиків. Для запобігання значному обламуванню рослин, боронування необхідно проводити не раніше 11-12 год, у суху погоду, коли рослини втрачають тургор, тому вони менше ушкоджуються зубцями борін, а бур'яни знищені швидше підсихають. На посівах гороху одно- та двосім'ядольні бур'яни знищують застосовуючи гербіциди, які підбираюся залежно від видового складу забур'яненості. Вносять гербіциди оприскувачами ОП-2000-2-01; ОСШ-2000-500; ОМ-630-2 [49].

При появі сходів спостерігають за заселеністю посівів шкідниками, при загрозовій щільності, яка перевищує ЕПШ будь-якого з шкідників проводять захисні заходи.

Дозрівання бобів гороху відбувається нерівномірно, спочатку дозрівають нижні боби, а пізніше боби у верхніх ярусах. Строк збирання гороху визначають, звертаючи увагу на стан дозрівання, яке проявляється пожовтінням 60-75% нижніх та середніх бобів на рослинах, в яких формується добірне, крупне насіння. Збирання гороху починають, коли насіння в пожовклих бобах затвердіє та матиме вологість 30-35%, набуде

форми і забарвлення, які є типовими для сорту. Очікувати дозрівання верхніх бобів, які становлять майже третю частину всіх бобів на рослині, не можна, тому що через розтріскування бобів нижнього ярусу втрачається найцінніше зерно. Поспішати із збиранням насіння гороху не можна, якщо на рослинах дозріло біля половини бобів і починати збирання, то це призводить до недобору урожаю за рахунок недозрілого насіння, в такому випадку маса 1000 шт. насінин на 10-30 г менша, ніж маса дозрілого насіння [52].

Горох збирають переважно роздільним способом, спочатку скошують косарками КС-2,1, КЗН-2,1, які обладнані пристроями ПВ-2,1 та здвоювачами валків ПБ-4 або жатками ЖРБ-4,2 та ін. Після скошування й підсихання валків, коли вологість зерна гороху досягне 16-19%, на 3-4-й день валки підбирають та обмолочують зерновими комбайнами СК-4, СК-5 з підбирачами ППТ-3А, ППТ-3. Обмолот проводять за зменшеної частоти обертів барабанів молотарок до 400-500 об./хв, це запобігає дробленню зерна [53].

Однофазне збирання гороху застосовують при вирощуванні короткостеблових сортів, які не обсипаються, даний метод застосовують на незабур'ячених посівах за умов сухої погоди при дозріванні 90-100% рослин та вологості насіння 20-25%.

При скошуванні гороху втрати зерна не повинні перебільшувати, при збиранні за жниварками – 1,5%, при за косарками з валкоутворюючими пристроями – 1%, за підбирачами 1,0%, за молотилками комбайнів 2,5% [61].

Насіння гороху обмолочене та очищене зберігають за вологості 14-15%. Недопустимим є зберігання неочищеного та вологого насіння гороху навіть впродовж однієї доби, тому що воно швидко само зігрівається та втрачає схожість та інші біологічні властивості. Можна засипати на зберігання насінневий матеріал гороху тільки після аналізу його на зараження зерноїдом, а при виявленні шкідника необхідно провести фумігацію даної партій зерна [64].

Повітряно-теплову обробку зерна застосовують для знищення збудників хвороб фузаріозу, аскохітозу, бактеріозу, пероноспорозу. Бажано періодично проводити сортозаміни на кращі перспективні районовані сорти високих посівних кондицій.

Отже, горох зернобобова культура, яка за своїми біологічними даними є придатною для вирощування на теренах всієї України.

1.4. Біопрепарати як елемент технології вирощування

Зернобобові це високобілкові культури, які на одиницю основної продукції потребують велику кількість елементів живлення, особливо потребують азоту. Протягом вегетаційного періоду споживання азоту горохом відбувається нерівномірно, так як до початку цвітіння ним засвоюється 20% від загальної потреби використання азоту, у фазу цвітіння інтенсивність споживання азоту у 2,5-3 рази вища, ніж до цвітіння [13].

При недостатній кількості в ґрунті доступних форм елементів живлення бобові рослини добре відзиваються на диференційоване внесення добрив. Бобові здатні до 70% від загального споживання азоту забезпечити за рахунок біологічної фіксації з повітря методом симбіотичної діяльності з бульбочковими бактеріями. Тому, передпосівна обробка насіння бобових біологічним препаратом (інокуляція) на основі бульбочкових бактерій є необхідною умовою. При оптимальних умовах для діяльності бульбочкових бактерій внесення азотних добрив не є обов'язковим. Внесення високих норм азотних добрив (>30-40 кг д.р./га) блокує формування та функціонування симбіотичної системи між бобовою рослиною та бульбочковими бактеріями [6].

Інокуляція це елемент технології вирощування, при якому проводять передпосівну обробку насіння бобових чистою культурою азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum* (соя) та *Rhizobium leguminosarum* (горох). Якщо бобові культури не вирощувались на полі протягом двох-

трьох років, то інокуляція є необхідною. За регулярного чергування культур в сівозміні та застосуванні мінеральних добрив передпосівна інокуляція насіння гороху та сої дає прибавку до урожаю [11].

Азот, який фіксується симбіотичною системою бобової рослини з бульбочковими бактеріями, на 75–90% використовується безпосередньо бобовою рослиною. Рівень засвоєння молекулярного азоту з атмосфери залежить від кількості, розміру та ефективності бульбочок на коренях бобової рослини, а також від активності бульбочкових бактерій, які містяться в бульбочках. Після збирання бобових у ґрунті залишаються рослинні рештки багаті на біологічний азот. При розкладанні рослинних решток азотні сполуки мінералізуються і стають більш доступними для наступних культур сівозміни. Навіть при низькій врожайності гороху за рахунок азотфіксації зв'язування азоту з повітря симбіотичною системою досягає 40–60 кг/га [23].

Основними умовами формування ефективної азотфіксуючої симбіотичної системи є наявність активного вірулентного штаму азотфіксуючих бульбочкових бактерій, вміст у ґрунті фосфору на рівні 5,0-10,0 мг/100 г, рН ґрунту 5,6-6,0, температура у ризосферному шарі ґрунту 15-20°C, добре аерований ґрунт та наявність у ґрунті Мо та Со [46].

Біопрепарати, які застосовуються для передпосівної бактеризації насіння гороху сприяють швидкому заселенню кореневої системи бульбочковими бактеріями азотфіксаторами. Незалежно від умов середовища, утворення бульбочок на коренях сприяє поліпшенню проростання, розвитку кореневої системи, прискорює розвиток рослин гороху, в результаті спостерігається підвищення врожайності і вмісту білка в насінні [19].

Бульбочкові бактерії крім здатності в симбіозі з бобовою рослиною зв'язувати молекулярний азот, виконують рід додаткових функцій, які допомагають рослині виживати, рости і розвиватись в умовах природних стресів-факторів. При колонізації коріння бобової рослини, бульбочкові

бактерії не дозволяють патогенним мікроорганізмам проникати в рослини та викликати в них захворювання, таким чином вони виконують роль біопестицидів. Бульбочкові бактерії можуть продукувати біологічно активні речовини, які виконують роль регуляторів росту, є антистресантами, причому з пролонгованою дією, стимулюють ріст рослин та підвищують стійкість рослин до посухи, низьких та високих температур, інших стрес-факторів [8].

За сучасної інтенсифікації виробництва підвищення врожайності сільськогосподарських культур досягається впровадженням хімічних препаратів, які, на даний час дають можливість отримати значні прибутки, проте це призводить до деградації ґрунту, зниження родючості та призводить до виникнення і посилення вже існуючих екологічних проблем. До ефективних засобів, які сприяють покращенню насінневої продуктивності гороху, стійкості рослин до різноманітних шкідливих впливів та стимулювання репродуктивних та ростових процесів відносять використання різних мікробних препаратів та регуляторів росту на певних етапах розвитку рослин [17].

При сучасних інтенсивних технологіях вирощування сільськогосподарських культур проводиться із значним використанням різних пестицидів та добрив, без яких, на даний час, практично неможливим є отримання високої урожайності та відповідно високої рентабельності [9].

Все більше набувають розвитку методи і заходи екологічного землеробства, найкращими серед яких вважаються ті які ґрунтовані на застосуванні мікробних біопрепаратів, які добре справляються з проблемами збереження родючості ґрунтів та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Останнім часом відбувається зменшення об'ємів використання засобів захисту рослин та добрив, зміна технологій вирощування зумовлює потребу в живленні рослин за допомогою інших джерел, тому вивчення взаємодії рослин та мікроорганізмів на сучасному етапі є необхідністю. До сучасних екологічних технологій вирощування належать технології із використанням біопрепаратів, які сприяють покращенню і пришвидшенню

процесів живлення та розвитку культур із одночасним захистом від впливу шкочинних організмів. Вчені постійно працюють над виділенням та дослідженням ефективності нових штамів бактерій, які можуть зменшувати, а деколи і зупиняти вплив патогенних мікроорганізмів запобігаючи поширенню та шкочинності впливу шкочинних організмів. Основою біопрепаратів можуть бути ризосферні мікроорганізми, які володіють властивостями азотфіксації, фосформобілізації та антагонізму по відношенню до фітопатогенів.

Мікроорганізми на основі яких створюються біопрепарати допомагають у створенні в ризосферній зоні фізіологічно активних з'єднань, які регулюють процеси метаболізму та взаємовідносин між рослинами і мікроорганізмами, завдяки чому покращується доступність поживних речовин для вирощуваної культури, краще проходить процес симбіозу мікрофлори в кореневій системі, підсилюється фотосинтетична діяльність та розвиток листової поверхні, зменшується негативний вплив токсинів пестицидів, та як наслідок зростає рівень продуктивності культури. Застосування біопрепаратів сприяє збільшенню рівня стійкості посівів до негативних кліматичних умов та зниження рівень уразливості культури різними шкочинними організмами [25].

Застосування біопрепаратів сприяє покращенню складу мікрофлори в прикореневій зоні рослин, посилюється ріст рослин, покращуються кількісні і якісні показники насіння культури, при цьому повніше реалізовується потенціал рослин.

Для збільшення продуктивності насіння гороху потрібно весь час вдосконалювати технологію його вирощування стараючись шукати нові та вдосконалювати вже існуючі шляхи здешевлення собівартості продукції і підвищення врожайності гороху та зменшення токсичного навантаження на навколишнє середовище, це можна досягнути шляхом вдосконалення елементів технології, особливо завдяки оптимальному використанню добрив [40]. Одним з таких технологічних прийомів є застосування комплексу

біопрепаратів з метою зниження виробничих витрат та підвищення врожайності гороху. Біопрепарати є важливим елементом сучасних екологічно безпечних технологій вирощування високоякісної продукції, які не призводять до погіршення навколишнього середовища та можуть значно економити матеріальні ресурси сільськогосподарських виробників.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Відомості про господарство

Дослідження по визначенню впливу комплексу біопрепаратів на урожайність гороху проводились в умовах ФГ «Накорик В.Г.» с. Леонівка Тульчинського району Вінницької області. Від села Леонівка до залізничної станції Крижопіль 27 км. Населення у селі Леонівка становить 284 особи. Територія де розташоване фермерське господарство знаходиться у південній частині Вінницької області у Правобережній Лісостеповій зоні. Вінницький район відносять до центрального агрокліматичного району. На території господарства поширенні сірі лісові ґрунти легкого середньо-суглинкового механічного складу, агрохімічна характеристика: вміст гумусу за Тюрінім 2,7%, вміст рухомих форм P_2O_5 27мг. – екв. на 100 г ґрунту, вміст рухомих форм K_2O 22,8 мг. – екв. на 100 г ґрунту, РН сольової витяжки – 6,5, гідрологічна кислотність 4,8 мг. на 100 г ґрунту, сума увібраних основ 15,3 мг. на 100 г ґрунту. Вміст гумусу в ґрунті середній, забезпеченість фосфором висока, а калієм низька. Кислотність близька до нейтральної. Центральний агрокліматичний район Вінницької області належить до смуги культур середньої стиглості.

Кліматичні умови господарства характеризуються помірно-теплим та вологим кліматом. На ріст та розвиток сільськогосподарських культур впливають сума ефективних температур, опади, температура повітря, довжина денного освітлення. Розташування території господарства знаходиться в умовах помірно-континентального клімату. Розпочинається весна переважно в другій декаді березня, коли середньодобова температура в повітрі перевищує $0^{\circ}C$. Проте весняні заморози бувають до 20-25 квітня, а у деякі роки морози можливі і у першій декаді травня. Як правило, нічні заморозки, закінчуються при переході середньодобових температур через

+5°C. Характеристика кліматичних умов центральної підзони Вінницької області подана у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика кліматичних умов
центральної підзони Вінницької області

№ з/п	Кліматичний елемент	Показник
1	Сума позитивних температур (вище+0°C)	2671-2780
2	Тривалість безморозного періоду, діб	199-205
3	Середньорічна температура повітря, °C	6,7-7,0
4	Середній з абсолютних мінімумів температури повітря, °C	-25
5	Абсолютний мінімум температур повітря, °C	-32...-34
6	Середня дата першого приморозку (восени)	1-7.X.
7	Середня дата останнього приморозку (весна)	23-25.IV.
8	Тривалість вегетаційного періоду, діб	190-250
9	Сума опадів за вегетаційний період, мм	369-425
10	Сума опадів за рік, мм	530-540
11	Сума ефективних температур (вище +10 °C) за вегетаційний період, °C	980-1100
12	Тривалість періоду зі сніговим покривом, днів	87-90
13	Середня глибина промерзання ґрунту, см	55-57
14	Переважаючий напрямок вітру	Пн.-зх.

Часто середні дати першого та останнього приморозків в повітрі збігаються із датами переходу середньодобових температур вище + 10°C та нижче + 10°C восени. Даний період відповідає активному вегетаційному періоду у рослин з довжиною у середньому 155-160 днів. Протяжність періоду з промерзанням ґрунту у середньому складає 66-72 дні, за глибини

промерзання 50–55 см, коливання глибини промерзання може становити від 22 до 81 см. Формується невеликий сніговий покрив, який може сягати 20-25 см він не є стійким. Коефіцієнт гідротермічний (ГТК) становить приблизно 1,7 – 1,8.

При аналізі середньо-багаторічних даних можна відмітити, що перехід навесні середньодобової температури повітря через +5 °С (початок вегетаційного періоду) припадає на 6 – 10 квітня.

На поверхні ґрунту відмічаються перші приморозки у останні дні вересня, а в повітрі відмічаються перші приморозки в першій декаді жовтня. Весною останні приморозки на поверхні ґрунту відмічаються у другій п'ятиденці травня, а в повітрі останні приморозки відмічаються у третій декаді квітня.

Протягом року опадів випадає 503-590 мм. З цієї кількості опадів біля 70% припадає на теплий період року та 30% опадів припадає на холодний період року.

При вирощуванні гороху на зерно лімітуючим чинником є сума позитивних температур і кількість опадів за вегетаційний період, зокрема від гідротермічних умов у значній мірі знаходиться в залежності реалізація генетичного потенціалу сортів. За розрахунками середніх багаторічних показників відмічено, що урожайність культур на 65% визначають метеорологічні умови, які складаються в даному році.

Показники середньодобової температури повітря 2022 року були вищими від середніх багаторічних. В III декаді квітня та I декаді травня температура повітря становила 10,1 та 9,2°C, це на 0,5 та 1,1°C вище від середньобагаторічного показника.

В період сходи–бутонізація гороху середньодобова температура відрізнялась від середньобагаторічної та була на рівні 18,0-21,3°C, це в свою чергу позитивно вплинуло на формування генеративних органів у рослин.

В період цвітіння гороху та наливу зерна температура повітря становила в липні – 21,9°C, в серпні – 21,3°C, це перевищило відповідно на 2,2 та 2,7°C

середньобагаторічний показник. Середньодобова температура повітря в 2023 році у III декаді квітня була вища у порівнянні з середньобагаторічною на 5,1°C. За температурним режимом перша декада травня перевищувала середньобагаторічний показник на 6,7°C. В цьому році, температурний режим позитивно позначився на рості та розвитку рослин гороху в період сівбасходи. Середньомісячна температура в червні була вищою на 2,3°C за середньомісячний показник. Середньомісячна температура в липні та серпні була в межах 19,8–20,5°C, що перевищує середньобагаторічні дані відповідно на 2,0 та 2,0°C.

За період проведення досліджень кількість опадів була нерівномірною та значно відрізнялася від середньобагаторічних показників.

В III декаді квітня і I декаді травня 2022 року випала незначна кількість опадів – 6,4 та 7,4 мм, це менше від середніх багаторічних показників відповідно на 5,1 та 12,6 мм. Незначним дефіцитом вологи – 50,2 мм відзначився липень, це нижче у порівнянні із середньобагаторічними даними на 26,3 мм. Посушливим виявився також серпень, випало опадів 36,0 мм, це у 1,7 рази менше за норму, яка складає 62,4 мм.

Кількість опадів в III декаді квітня та I декаді травня 2023 року, була низькою і становила відповідно 4,7 мм та 1,0 мм, це відповідно на 6,8 мм та 19,0 мм менше від середніх багаторічних показників. В той же час, період II та III декада червня відзначився значною кількістю опадів і складав відповідно 86,0 мм та 100,0 мм, це відповідно в 3,8 і 5 разів перевищувало середньобагаторічний показник. В період з липня по серпень кількість опадів була нерівномірною, так як в липні випало 87,0 мм опадів, а в серпні випало 22,0 мм, це відповідно на 10,5 мм вище та на 40,4 мм нижче від середньобагаторічного показника.

Отже, на території господарства на період проведення досліджень сформувались сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування гороху.

2.2. Методика проведення досліджень

Дослідження впливу комплексу біологічних препаратів на урожайність гороху сортів Отаман та Мазепа проводили у 2022-2023 роках в умовах ФГ «Накорик В.Г.». Схема нашого досліджу включала варіанти: контроль без передпосівної бактеризації насіння гороху; на другому варіанті проводили передпосівну бактеризацію насіння гороху біопрепаратом Біоінокулянт-БТУ-т на основі бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum*; на третьому варіанті проводили передпосівну бактеризацію насіння гороху біопрепаратом Біофосфорин на основі бактерій *Bacillus megaterium*та; на четвертому варіанті проводили передпосівну бактеризацію насіння гороху комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин таблиця 2.2.

Таблиця 2.2

Схема досліджу

Фактори	
А – сорти гороху	В – передпосівна обробка
1 – Царевич	1 – контроль (без обробки)
2 – Намисто	2 – Біоінокулянт-БТУ-т
	3 – Біофосфорин
	4 – Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин

Попередником для гороху була озима пшениця. Норма висіву для гороху складала 1,2-1,4 млн. нас/га, площа дослідної ділянки – 36 м², облікової – 25 м². Повторність досліджу – чотириразова.

Передпосівну інокуляцію насіння гороху проводили вручну, за день до посіву із розрахунком 10⁶ бактеріальних клітин на одну насініну. При цьому, норма використання біопрепарату Біоінокулянт-БТУ-т становила 3 кг/т, а біопрепарату Біофосфорин норма використання становила 200 мл/га.

При вивченні ефективності передпосівної бактеризації біопрепаратами використовували насіння гороху посівного (*Pisum sativum* L.) сортів Отаман та Мазепа.

Отаман – середньостиглий сорт гороху (горох посівний). Заявником є Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва Української академії аграрних наук, до Державного реєстру сортів рослин України внесено у 2010 році. Напрямок використання зерновий. Рекомендованою зоною вирощування дано сорту є Полісся, Лісостеп, Степ. Норма висіву насінин гороху 150-250 кг/га. Рекомендована густина на час збирання складає 29-31 шт./га.

Сорт Отаман відноситься до різновидності – *contectum* (зчеплена), підрізновидності – *ecaducum* (необсипаюча жовтонасіннева). Сорт напівкарликовий, безлисточкового типу, висота рослин, см 60-80, стебло звичайне, міжвузлів до першого суцвіття – 14–16. Квітки на квітконіжках по дві квітки білого кольору. Біб середньокрупний, луцильного типу, з тупою верхівкою, боби добре виповнені, у бобі кількість насінин 5-6 шт., максимальна – 7 шт. Насіння має рожеве забарвлення, округле з гладкою поверхнею, з ознакою стійкості до обсипання, вміст білка в насінні складає 20-22%, маса 1000 зерен становить 230-250 г.

Мазепа – середньостиглий сорт гороху (горох посівний). Заявником є Полтавська державна аграрна академія, до Державного реєстру сортів рослин України внесено у 2017 році. Напрямок використання зерновий. Рекомендованою зоною вирощування дано сорту є вся територія України, Полісся, Лісостеп, Степ. Норма висіву насінин гороху 150-250 кг/га. Рекомендована густина на час збирання складає 30 шт./га

Сорт гороху Мазепа адаптований до клімату та ґрунту України. Сорт зеленозерного гороху. Зерно призначене, як на продовольчі, так і кормові цілі. Сорт придатний для прямого комбайнування. Сорт Мазепа відноситься до різновидності неоппадаючий, підрізновидності безлисточковий. Сходи зелені, без опушення. Стебло просте, висотою до 90 см. Квітки білі, по 2-3 на квітконосі. Боби луцильного типу, прямі, з тупою верхівкою, кількість

насіння в бобі 6-8 шт. Насіння сферичне, сім'ядолі жовті, маса 1000 насінин 230-250 г, вміст білка 26 %, що засвоюється повністю.

Під час проведення досліджень для передпосівної інокуляції насіння гороху були використані біопрепарати: Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин.

Біоінокулянт-БТУ-т – біопрепарат створений на основі бульбочкових бактерій високоактивних конкурентоздатних, специфічних до сільськогосподарських культури під яку вноситься. Мікробний препарат, який нами застосовувався створений на основі *Rhizobium leguminosarum*, які специфічні до гороху, а також біопрепарат містить мікро- та макроелементи та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: вітаміни, амінокислоти, ферменти гетероауксини, гібереліни, препарат призначений для передпосівної обробки насіння бобових культур. Біоінокулянт-БТУ-т діє як біоактиватор. Наповнювач у біопрепараті Біоінокулянт-БТУ-т є стерильний торф нейтралізований крейдою, який є стійким до дії ушкоджуючих чинників навколишнього природного середовища. Виробник ПП «БТУ-Центр».

Діючою речовиною у біопрепараті є високоактивні конкурентоздатні штами *Rhizobium leguminosarum*, які адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов, які складаються на території України.

Діюча речовина в препараті *Rhizobium leguminosarum* становить $50 \pm 20\%$ титр бактеріальних клітин у препараті близько $2,5 \times 10^9$ КУО/г;

Використання біопрепарату Біоінокулянт-БТУ-т значно поліпшує умови азотного живлення гороху, за рахунок фіксації атмосферного азоту в умовах симбіозу бульбочкових бактерій з бобовою рослиною та перетворює азот у форму, яка є доступною для засвоєння рослинами, сприяє інтенсифікації процеси бульбочкоутворення, забезпечує рослини рістстимулюючими речовинами, сприяє покращенню агрохімічних та фізичних показників ґрунту.

Термін зберігання препарату складає 6 місяців при температурі +5 – +15°C. Норма витрати препарату 2 кг/т насіння. Біопрепарат Біоінокулянт-

БТУ-т використовується для передпосівної інокуляції насіння гороху шляхом механізованої або ручної обробки посівного матеріалу. Для обробки використовується прилипач, що постачається в комплекті з препаратом.

Біофосфорин – це біопрепарат створений на основі *Bacillus megaterium* ІМВ В – 7168, титр не менше $5,0 \times 10^8$ КУО / см³ препарату, препаративна форма рідкий концентрат. Виробник ДП «Ензим». Основою для біопрепарату є фосфатмобілізувачі бактерії *Bacillus megaterium*. Фосфатмобілізувачі бактерії *Bacillus megaterium* мають високу ростову активність та продукують фосфатази, які активно мінералізують органічні фосфоровмісні сполуки. Біофосфорин призначений для передпосівної обробки насіння, замочування кореневої системи розсади та саджанців, прикореневого підживлення сільськогосподарських рослин, його дія направлена на перетворення важкодоступних органічних форм фосфору ґрунту на форми, які легко засвоюються рослинами. Препарат сприяє покращенню показників родючості ґрунту та фосфорного живлення рослин. Застосування препарату сприяє пришвидшенню росту кореневої системи рослин, збільшенню урожаю та покращенню якості продукції. Максимальна ефективність від застосування біопрепарату можлива при створенні оптимальних умов для росту та розвитку рослин, а також для функціонування мікроорганізмів.

При застосуванні біопрепаратів на основі мікроорганізмів вони під час життєдіяльності можуть виділяти рістрегулюючі речовини, ферменти, які сприяють розвитку рослин, покращують процеси живлення, дихання та проходження процесу фотосинтезу в рослинах, це сприяє підвищенню стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища, покращенню фітосанітарного стану посівів, і як результат це впливає на підвищення урожайності та якості продукції.

При проведенні досліджень керувалися були використані загально прийняті методики. Для визначення впливу передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на біометричні показники на кожній ділянці, а також на контрольній ділянці по діагоналі поля на рівній відстані було

відібрано 10 проб по 10 рослин для кожного досліду окремо у трьохкратній повторності для точності досліду. Облік урожаю проводився методом суцільного збирання з кожної ділянки окремо та зважування, результати досліджень урожайності було проаналізовано методом дисперсійного аналізу.

Проводили розрахунок економічної ефективності вирощування сої на насіння проводили за методикою Інституту аграрної економіки УААН, а також методикою О.К. Медведовського та П.І. Іваненко [42].

Використання загально прийнятих методик дозволило дослідити вплив передпосівної бактеризації насіння гороху на ріст, розвиток рослин та на урожайність та провести розрахунок економічної у оцінку вирощування.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ БІОПРЕПАРАТАМИ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН

3.1. Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на ростові процеси рослин

На даний час важливою проблемою є забезпечення продуктів харчування та тваринництва у достатній кількості рослинним білком. Вирішення даної проблеми значною мірою залежить від ефективності вирощування культур з високим вмістом білка. Головна роль у вирішенні даної проблеми полягає у вирощуванні однорічним зернобобовим культурам, які багаті на білкові сполуки. Горох це основна зернобобова культура в Україні [15]. Горох цінний тим, що містить багато поживних речовин, тому має велике продовольче, кормове та має агротехнічне значення, так як є невичерпним джерелом збагачення ґрунту азотними сполуками за рахунок фіксації азоту бульбочковими бактеріями у симбіозі з рослинами [4, 32, 60].

На даний час зернобобові за сумарною площею посіву займають друге місце після зернових культур. В Україні посівні площі під горохом становлять близько 0,3 млн га.

Відмічено, що у виробничих умовах потенційні можливості сортів гороху реалізуються не в повній мірі серед основних лімітуючих факторів можна відмітити недостатню забезпеченість рослин поживними елементами. Так як мінеральні добрива є високовартісними виникає необхідність у застосуванні інших видів удобрення. Таким альтернативним удобренням можуть бути біопрепарати. Тому, на даний час, актуальним є вивчення впливу біопрепаратів та їх комплексів на ріст та розвиток рослин гороху.

Наші дослідження були направлені на вивчення впливу передпосівної інокуляції насіння гороху сортів Отаман та Мазепа мікробними препаратами Біоінокулянт-БТУ-т, Біофосфорин та вплив їх комплексного застосування.

При дослідженні впливу передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами у фазу бутонізації відмічали висоту рослин табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху на висоту рослин
(фаза бутонізації)

Сорти	Варіан	Висота рослин, см		Середня висота рослин, см	Приріст до контролю	
		2022 р.	2023 р.		см	%
Отаман	Контроль (без обробки)	41,5	45,1	43,3	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	48,9	49,5	49,2	4,4	14
	Біофосфорин	47,2	46,6	46,9	3,6	8
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	49,6	50,8	50,2	6,9	16
Мазепа	Контроль (без обробки)	40,6	42,8	41,7	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	46,3	48,9	47,6	5,9	14
	Біофосфорин	43,0	44,6	43,8	2,1	5
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	49,8	51,0	50,4	8,7	21

Аналізуючи дані таблиці 3.1 було відмічено, що в умовах досліду передпосівна бактеризація насіння гороху сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т сприяла зростанню середнього за 2022-2023 рр. показника висоти рослин на 4,4 см, що у відсотковому відношенні більше на 14% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 5,9 см у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 14%. За отриманими даними бактеризація насіння гороху сорту Отаман мікробним

препаратом Біофосфорин сприяла зростанню середнього показника висоти рослин на 3,6 см, що у відсотковому відношенні більше на 8% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим, але лише на 2,1 см у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 5%. В той же час, при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин даний захід сприяв зростанню середнього показника висоти рослин на 6,9 см, що у відсотковому відношенні більше на 16% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середнього висоти рослин на 8,7 см у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 21%. Можна відмітити, що середній показник висоти рослин був найвищим при передпосівній бактеризації насіння гороху комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сорту Мазепа краще відреагувало на дію комплексу даних біопрепаратів, так як середня висота рослин була більша на 1,8 см, у порівнянні з даними отриманими при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман даним комплексом біопрепаратів.

При дослідженні впливу передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами проводили підрахунок кількості бульбочок на коренях рослин гороху табл. 3.2. У досліді було відмічено, що передпосівна бактеризація насіння гороху сприяла утворенню бульбочок на коренях рослин. При передпосівній бактеризації насіння сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т відмічено зростання середньої кількості бульбочок на коренях рослини на 9,4 шт/рослину, що у відсотковому відношенні більше на 76% за результат отриманий на контролі, де

передпосівну обробку даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 7,9 шт./рослину, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 65%.

Таблиця 3.2

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху на кількість
бульбочок на коренях рослин гороху

Сорти	Варіант	Кількість бульбочок, шт./роsl.		Середня кількість бульбочок, шт./роsl.	Приріст до контролю	
		2022 р.	2023 р.		шт.	%
Отаман	Контроль (без обробки)	11,6±3,1	13,1±1,7	12,4	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	21,8±2,2	22,3±2,9	22,1	9,4	76
	Біофосфорин	17,0±1,9	18,2±1,7	17,6	5,2	42
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	23,8±2,8	25,1±3,6	24,5	12,1	97
Мазепа	Контроль (без обробки)	10,4±1,5	14,0±2,1	12,2	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	18,6±2,1	21,6±1,61	20,1	7,9	65
	Біофосфорин	13,1±1,9	16,3±3,8	14,7	2,5	20
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	23,0±3,3	24,4±2,8	23,7	11,5	94

При бактеризації насіння гороху сорту Отаман мікробним біопрепаратом Біофосфорин відмічено зростання середньої кількості бульбочок на коренях рослини на 5,2 шт. бульбочок на рослину, що у відсотковому відношенні більше на 42% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим на 2,5 шт./рослину, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 20%. В той же час, при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман

комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої кількості бульбочок на коренях рослини на 12,1 шт. на рослину, що у відсотковому відношенні більше на 97% за результат отриманий на контролі, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середньої кількості бульбочок на коренях рослини на 11,5 шт. на рослину, в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 94%. Можна відмітити, що середня кількість бульбочок на коренях однієї рослини була найвища при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів, це добре помітно на рисунку 3.1.

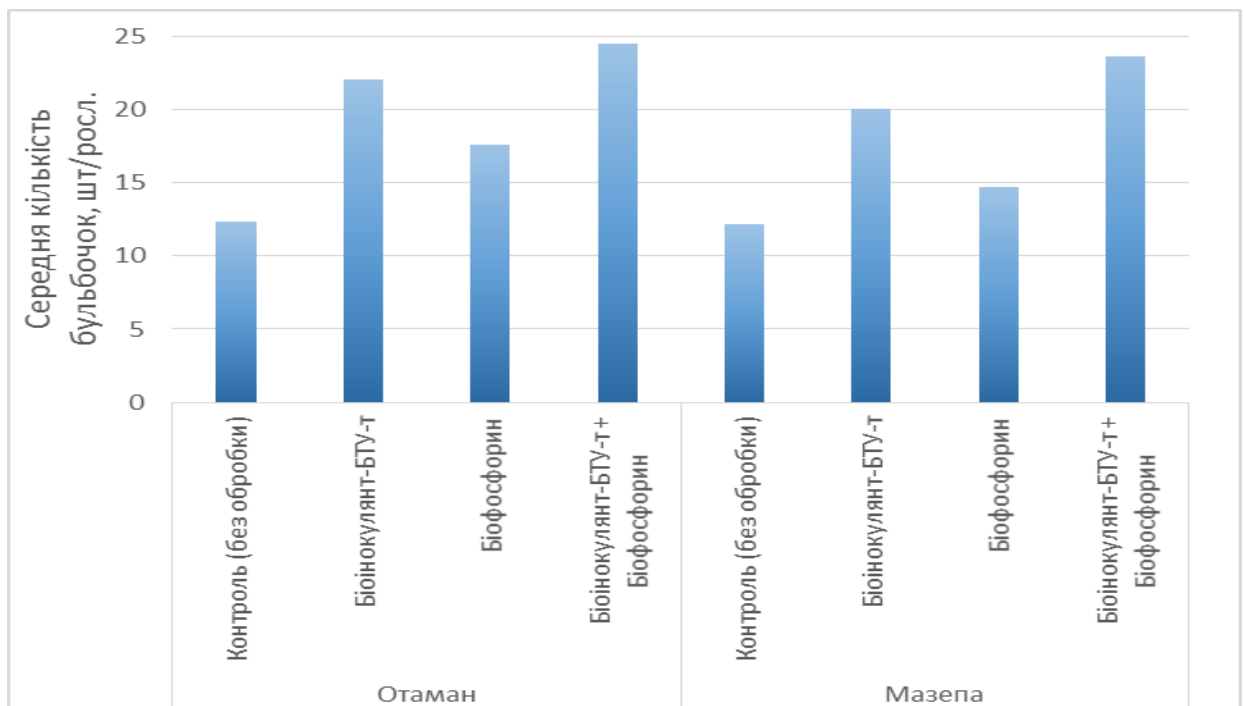


Рис. 3.1. Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху мікробними препаратами на кількість бульбочок на коренях рослин гороху

При передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин середня кількість бульбочок на коренях однієї рослини була більшою на 0,6 шт. на рослину, у порівнянні з даними отриманими при передпосівній бактеризації насіння

гороху сорту Мазепа даним комплексом біопрепаратів. Збільшення кількості бульбочок на коренях рослин зумовлене застосуванням для передпосівної обробки насіння гороху біопрепарату Біоінокулянт-БТУ-т, основою якого є бульбочкові бактерії *Rhizobium leguminosarum* специфічні до гороху.

Одними з основних біометричних показників, які характеризують ефективність застосування різних технологічних прийомів при вирощуванні гороху є кількість бобів з рослини, кількість насінин в бобі і маса тисячі насінин, аналіз яких ми проводили у нашому досліді.

При дослідженні впливу передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами аналізували вплив даного технологічного прийому на кількість бобів з рослини (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху
на кількість бобів з рослини

Сорти	Варіант	Кількість бобів з рослини, шт.		Середня кількість бобів з рослини, шт.	Приріст до контролю	
		2022 р.	2023 р.		шт.	%
Отаман	Контроль (без обробки)	8,3	9,1	8,7	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	10,4	11,4	10,9	2,2	25
	Біофосфорин	11,0	11,8	11,4	2,7	31
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	12,3	12,7	12,5	3,8	44
Мазепа	Контроль (без обробки)	8,1	9,4	8,8	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	9,9	11,0	10,5	1,7	19
	Біофосфорин	10,9	11,4	11,2	2,4	27
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	12,1	12,5	12,3	3,5	40

Як видно із даних таблиці 3.3. передпосівна бактеризація насіння гороху сприяла утворенню бобів на рослині. При передпосівній бактеризації насіння сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т відмічено збільшення середньої кількості бобів на 2,2 шт. з рослини, що у відсотковому відношенні більше на 25% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 1,7 шт. з рослини, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 19%. При бактеризації насіння гороху сорту Отаман мікробним біопрепаратом Біофосфорин відмічено зростання середньої кількості бобів на 2,7 шт. з рослини, що у відсотковому відношенні більше на 31% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим на 2,4 шт. з рослини, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 27%. В той же час, найкращий результат позитивного впливу передпосівної бактеризації насіння гороху сорту Отаман було досягнуто при застосуванні комплексу мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, при цьому даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої кількості бобів з рослини на 3,8 шт. на рослину, що у відсотковому відношенні більше на 44% за результат отриманий на контролі, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середньої кількості бобів з рослини на 3,5 шт., в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 40%.

При дослідженні впливу передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами аналізували вплив даного технологічного прийому на кількість насінин в бобі (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху
на кількість насіння в бобі

Сорти	Варіант	Кількість насіння в бобі, шт.		Середня кількість насіння в бобі, шт.	Приріст до контролю	
		2022 р.	2023 р.		шт.	%
Отаман	Контроль (без обробки)	3,1	3,5	3,3	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	3,9	4,2	4,1	0,8	24
	Біофосфорин	4,4	4,8	4,6	1,3	39
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	5,3	5,5	5,4	2,1	63
Мазепа	Контроль (без обробки)	3,2	3,5	3,4	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	4,2	4,4	4,3	0,9	26
	Біофосфорин	4,4	4,7	4,6	1,2	35
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	5,2	5,4	5,3	1,9	56

При аналізі отриманих результатів було відмічено, що передпосівна бактеризація насіння гороху сприяла формуванню насіння в бобах. При передпосівній бактеризації насіння сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т відмічено зростання середньої кількості насінин в бобі на 0,8 шт., що у відсотковому відношенні більше на 24% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 0,9 шт, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 26%. При бактеризації насіння гороху сорту Отаман мікробним біопрепаратом Біофосфорин відмічено зростання середньої кількості насінин в бобі на 1,3 шт., що у відсотковому відношенні більше на 29% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації

насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим на 1,2 шт., у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 35%. В той же час, кращий результат було отримано при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої кількості насінин в бобі на 2,1 шт., що у відсотковому відношенні більше на 63% за результат отриманий на контролі, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середньої кількості насінин в бобі на 1,9 шт., в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 56%.

В процесі дослідження вивчали вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на масу 1000 насінин (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху
на масу 1000 насінин

Сорти	Варіант	Маса 1000 насінин, г		Середня маса 1000 насінин, г	Приріст до контролю	
		2022 р.	2023 р.		г	%
Отаман	Контроль (без обробки)	209,2	212,5	210,9	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	221,4	224,7	223,1	12,2	6
	Біофосфорин	232,0	239,1	235,6	24,7	12
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	252,9	256,2	254,6	43,7	21
Мазепа	Контроль (без обробки)	206,3	211,8	209,1	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	219,5	220,7	220,1	11,0	5
	Біофосфорин	228,9	235,3	232,1	23,0	11
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	239,6	251,0	245,3	36,2	17

Аналізуючи дані таблиці 3.5., відмічено що передпосівна бактеризація насіння гороху сприяла формуванню насіння гороху в результаті чого зростала маса 1000 насінин. При передпосівній бактеризації насіння сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т відмічено зростання середньої маси 1000 насінин на 12,2 г, що у відсотковому відношенні більше на 6% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 11,0 г, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 5%. При бактеризації насіння гороху сорту Отаман мікробним біопрепаратом Біофосфорин відмічено зростання середньої маси 1000 насінин на 24,7 г, що у відсотковому відношенні більше на 12% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим на 23,0 г, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 11%. В той же час, кращий результат було отримано при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої маси 1000 насінин на 43,7 г, що у відсотковому відношенні більше на 21% за результат отриманий на контролі, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середньої маси 1000 насінин на 36,2 г, в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 17%.

Передпосівна бактеризація насіння гороху мікробними препаратами мала позитивний вплив на розвиток рослин, застосуванні біопрепарату Біоінокулянт-БТУ-т покращувало забезпечення рослини азотними сполуками за рахунок формування активної симбіотичної системи бобова рослина –

бульбочкові бактерії, а при застосуванні біопрепарату Біофосфорин складні органічні сполуки ґрунту під дією мікроорганізмів трансформувались у більш прості мінеральні сполуки, що сприяло покращенню фосфорного живлення без якого неможливо формування якісних врожаїв. В той же час найкращі результати отримані при передпосівній інокуляції насіння гороху комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, які забезпечують рослину доступними формами азотних та фосфорних сполук.

Отже, застосування комплексу біопрепаратів для передпосівного обробітку насіння гороху, які забезпечують рослину доступними формами азотних та фосфорних сполук активізували ростові процеси рослин гороху, що забезпечило зростання біометричних показників.

3.2. Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами на урожайність гороху

Урожайність є одним з основних показників, який характеризує ефективність застосування різних елементів технологій.

За даними таблиці 3.6. відмічено, що застосування для передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратами мало суттєвий вплив на урожайність. Відмічено, що передпосівна бактеризація насіння гороху сприяла зростанню показника середньої урожайності. При передпосівній бактеризації насіння сорту Отаман мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т відмічено зростання середньої урожайності на 0,88 т/га, що у відсотковому відношенні більше на 37% за результат отриманий на контролі, де передпосівну бактеризацію даним мікробним препаратом не проводили, а при передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біоінокулянт-БТУ-т даний показник також був вищим на 0,78 т/га, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 32%. При бактеризації насіння гороху сорту Отаман мікробним біопрепаратом Біофосфорин відмічено зростання середньої урожайності на 0,70 т/га бульбочок на рослину, що у відсотковому

відношенні більше на 29% за результат отриманий на контролі, де передпосівну обробку не проводили, а при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа мікробним препаратом Біофосфорин даний показник також був вищим на 0,63 т/га, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 27%.

Таблиця 3.6

Вплив передпосівної бактеризації насіння гороху
на урожайність зерна

Сорти	Варіант	Урожайність зерна, т/га		Середня урожайність, т/га	Прибавка урожаю	
		2022 р.	2023 р.		т/га	%
Отаман	Контроль (без обробки)	2,38	2,40	2,39	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	3,25	3,29	3,27	0,88	37
	Біофосфорин	3,06	3,11	3,09	0,70	29
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	3,39	3,52	3,46	1,07	45
Мазепа	Контроль (без обробки)	2,35	2,39	2,37	-	-
	Біоінокулянт-БТУ-т	3,21	3,09	3,15	0,78	32
	Біофосфорин	3,01	2,99	3,00	0,63	27
	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин	3,32	3,45	3,39	1,02	43
НІР ₀₅		0,1	0,1			

В той же час, кращий результат було отримано при передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої урожайності на 1,07 т/га, що у відсотковому відношенні більше на 45% за результат отриманий на контролі, а передпосівна бактеризація насіння сорту Мазепа комплексом мікробних препаратів

Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяла зростанню середньої урожайності на 1,02 т/га, в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 43%.

Передпосівна бактеризація насіння гороху біопрепаратом Біоінокулянт-БТУ-т сприяла забезпеченню рослин активними штамми бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* специфічних до гороху, на основі яких створений даний біопрепарат, що сприяло формуванню активної симбіотичної системи, яка забезпечувала рослини доступними формами біологічного азоту, це позитивно впливало на ріст та розвиток рослин і як результат сприяло зростанню урожайності насіння гороху. Застосування для передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепарату Біофосфорин на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів *Bacillus megaterium*, які забезпечують рослину доступними формами фосфору перетворюючи їх з органічних недоступних рослинам форм у мінеральні доступні форми, сприяло зростанню урожайності насіння гороху. Проте, найкращий вплив на ріст, розвиток та урожайність рослин було отримано при застосуванні для передпосівної бактеризації насіння гороху комплексу біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, які забезпечували рослини гороху як фосфорними, так і азотовмісними сполуками. З отриманих результатів очевидним є те, що передпосівна бактеризація насіння гороху біологічними препаратами сприяла розвитку рослин, збільшенню кількості бобів на рослині та кількості насінин в бобі, маси 1000 насінин, а саме головне збільшенню урожайності.

Отже, оптимізація забезпечення рослин гороху поживними речовинами в достатній кількості, за рахунок передпосівної бактеризації насіння біологічними препаратами, сприяє максимальній реалізації генетичного потенціалу сортів гороху та збільшенню рівня урожайності насіння, при цьому, не призводячи до забруднення навколишнього середовища, так як основою біопрепаратів є ґрунтові мікроорганізми.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДПОСІВНОЇ БАКТЕРИЗАЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ БІОПРЕПАРАТАМИ

Основним напрямком вирощування сільськогосподарської продукції є забезпечення одержання максимальної кількості продукції та прибутку, при не великих затратах коштів та праці потрачених на її вирощування, тобто виробництво має бути економічно вигідним, тобто рентабельним.

Енергетична та економічна криза, яка виникла в нашій державі, обмежує рівень застосування мінеральних добрив при виробництві сільськогосподарської продукції. У зв'язку з цим, виникає необхідність у пошуку альтернативних технологічних прийомів вирощування культур, які сприяли б зростанню рівня урожайності та якості продукції за не великих затрат коштів [43].

При розрахунку економічної ефективності були взяті дані по варіанту де для передпосівної бактеризації насіння гороху використовували насіння сорту Отаман, який у дослідах найкраще відреагував на бактеризацію, яку проводили біопрепаратами Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин та їх комплексним застосуванням, дані варіанти порівнювали з результатами отриманими на контролі де бактеризацію не проводили.

За результатами наведеними у таблиці 4.1 видно, що найвищий середній показник урожайності, отримали при застосуванні для передпосівної бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексу біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин.

При проведенні розрахунків враховували вартість реалізації однієї тони насіння гороху, яка у 2023 році становила 6500 грн/т. У таблиці показано показник «умовно чистий прибуток», він вказує різницю між вартістю валової продукції грн. з одного гектара і виробничими витратами грн. на 1 га. При визначенні рівня рентабельності вирощування гороху розрахунок проводили по формулі:

$$P = \text{ЧП}/\text{Вв} * 100\%,$$

де P – це рентабельність;

ЧП – умовно чистий прибуток;

Вв – виробничі витрати.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність передпосівної бактеризації насіння гороху
сорту Отаман мікробними біопрепаратами

Показники	Контроль (без обробки)	Біоінокулянт- БТУ-т	Біофосфорин	Біоінокулянт-БТУ-т + Біофосфорин
Урожайність, т/га	2,39	3,27	3,09	3,46
Вартість валової продукції, грн./га*	15535	21255	20085	22490
Виробничі витрати грн./га	8882	9247	9249	9405
Собівартість 1 т зерна грн.	3716	2828	2993	2718
Умовно чистий прибуток, грн.	6653	12008	10836	13085
Рентабельність, %	75	130	117	139

За отриманими даними, відмічено, що на контрольному варіанті вартість валової продукції становила 15535 грн./га, в той час, як у варіанті де застосовували передпосівну інокуляцію насіння гороху сорту Отаман комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин даний показник становив 22490 грн./га, що на 6955 грн./га більше у порівнянні з даними отриманими на контрольному варіанті, де передпосівну обробку не проводили. Виробничі витрати змінювались з урахуванням застосування для передпосівного обробітку насіння біопрепаратів з нормою внесення Біоінокулянт-БТУ-т 3 кг/т за ціною 450 грн за 1 кг та Біофосфорин 200 мл/га, за ціною 996 грн/л та витратами на його внесення.

За даними таблиці 4.1., можна зробити висновок, що вирощування горох сорту Отаман на території Вінничини є економічно вигідною справою. При застосуванні для передпосівної бактеризації насіння гороху біопрепаратом Біоінокулянт-БТУ-т, сприяло підвищенню рівня рентабельності на 55%, у порівнянні з даним показником на контролі, де інокуляцію не проводили, де даний показник становив 75%, а при застосуванні для передпосівної бактеризації насіння гороху сорту Отаман біопрепарату Біофосфорин було відмічено зростання рівня рентабельності вирощування на 42%, у порівнянні з рівнем рентабельності отриманої на контрольному варіанті. При застосуванні для передпосівної бактеризації насіння комплексу біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин було відмічено найвищий рівень рентабельності, при вирощуванні гороху сорту Отаман, при цьому рівень рентабельності становив 139%, що на 64% більше, у порівнянні з даним показником отриманим на контролі де бактеризацію не проводили.

Штучна інокуляція насіння гороху сорту Отаман комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т основою для якого є активні, специфічні штамами бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* і Біофосфорин біологічними агентами якого є фосформобілізувачі мікроорганізмів *Bacillus megaterium*, сприяла зниженню собівартості вирощуваного зерна на 998 грн/т, у порівнянні з собівартістю зерна гороху на контролі де передпосівну бактеризацію насіння не проводили, збільшенню урожайності на 1,07 т/га у порівнянні до контролю, вартості валової продукції на 6955 грн./га, умовно чистого прибутку на 6432 грн. та рівня рентабельності виробництва на 64%.

Отже, виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок, що застосування для передпосівної бактеризації насіння гороху сорту Отаман комплексу біопрепаратів біологічними агентами якого є вигідним технологічним заходом з економічної та екологічної точки зору.

ВИСНОВКИ

За результатами проведених досліджень та розрахунків можна зробити висновки:

1. При штучній інокуляції насіння гороху найвищий середній показник висоти рослин було відмічено у варіанті де проводили передпосівний обробіток насіння гороху сорту Мазепа комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин де даний показник був більшим на 8,7 см у порівнянні з даними отриманими на контролі де бактеризацію не проводили та на 1,8 см більший у порівнянні з даними отриманими у варіанті де передпосівну бактеризацію комплексом біопрепаратів проводили на насінні гороху сорту Отаман.

2. Найбільша середня кількість бульбочок на коренях рослини була відмічена, при передпосівній бактеризації насіння гороху комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин. При передпосівній бактеризації насіння гороху сорту Отаман даний показник зріс на 12,1 шт. на рослину, що у відсотковому відношенні більше на 97% за результат отриманий на контролі, а у порівнянні з даними отриманими при передпосівній бактеризації насіння сорту Мазепа даний показник зріс на 0,6 шт. бульбочок на рослину.

3. Найкращий результат позитивного впливу передпосівної бактеризації насіння на середню кількість бобів з рослини було отримано при передпосівній бактеризації насіння гороху комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, при бактеризації насіння сорту Отаман даний показник був більшим на 3,8 шт з рослини, за результат отриманий на контролі, що у відсотковому відношенні становило 44%, а при інокуляції насіння сорту Мазепа даний показник був більшим за результат на контролі на 3,5 шт з рослини, що у відсотковому відношенні становило 40%.

4. Застосування для передпосівної бактеризації насіння гороху комплексу біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин сприяло збільшенню середньої кількості насінин в бобі, при бактеризації насіння

сортоту Отаман даний показник зріс на 2,1 шт. за даний показник на контролі де інокуляція не проводилась, що у відсотковому відношенні становило 63%, а при бактеризації насіння сортоту Мазепа даний показник зріс на 1,9 шт. у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 56%.

5. При передпосівній бактеризації насіння гороху найвищий показник середньої маси 1000 насінин було отримано при передпосівній бактеризації насіння гороху комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, при передпосівній бактеризації насіння гороху сортоту Отаман, даний технологічний прийом сприяв зростанню середньої маси 1000 насінин на 43,7 г, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 21%, а передпосівна бактеризація насіння сортоту Мазепа сприяла зростанню даного показника на 36,2 г, у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 17%.

6. При штучній бактеризації насіння гороху відмічено значне зростання середньої урожайності насіння за бактеризації комплексом мікробних препаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, при обробці насіння сортоту Отаман, даний показник зріс на 1,07 т/га у порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 45%, а при передпосівній бактеризації насіння сортоту Мазепа даний показник зріс на 1,02 т/га, в порівнянні з результатами отриманими на контролі, що у відсотковому відношенні становило 43%.

7. Найкраще відреагував на передпосівну бактеризацію насіння гороху біопрепаратами Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, а особливо їх комплексом сортоту Отаман, такий висновок можна зробити враховуючи зростання біометричних показників рослин та прирість урожаю до контролю який становив 45%, в той час як при бактеризації насіння сортоту Мазепа приріст до контролю становив 43%.

8. Шляхом передпосівної бактеризації насіння комплексом біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин було досягнуто найвищий рівень економічної ефективності при вирощуванні гороху сорту Отаман, при чому рівень рентабельності становив 139%, що на 64% більше у порівнянні з даним показником отриманим на контролі де бактеризацію не проводили.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Виходячи із отриманих результатів досліджень, можна рекомендувати при вирощуванні гороху сорту Отаман застосовувати для передпосівної інокуляції насіння комплекс біопрепаратів Біоінокулянт-БТУ-т та Біофосфорин, які забезпечують рослини доступними формами фосфорних та азотних сполук, що сприяють зростанню урожайності на 45% (1,07 т/га) та рівня рентабельності на 64% у порівнянні до результатів отриманих на контролі де бактеризацію не проводили, даний технологічний прийом не призводить до забруднення навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко С. В., Огурцов Ю. Є., Цехмейструк М. Г. Вусатий горох. Нове обличчя давньої культури. та ін. *Агроном*. 2014. № 2. С. 104–106.
2. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах північного Степу України. / Гирка А.Д. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2018. №2. С. 31–35.
3. Андрушко М. О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Вирощування гороху (*Pisum sativum*) – шлях до екологічних інновацій. «Перспективи екоінноваційного розвитку сільськогосподарського виробництва». *Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Полтава 22 червня 2020). Полтавська державна аграрна академія*. Полтава: РВВ ПДАА. 2020. С. 10–13.
4. Андрушко М. О. Вплив елементів системи удобрення на врожайність гороху. Інститут сільського господарства Карпатського регіону. *Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України»*. 14 листопада 2019 р. Львів-Оброшине. 2019. С. 3–4.
5. Андрушко М. О., Лихочвор В. В., Андрушко О. М. Інтенсивна технологія вирощування гороху. Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок. За заг. ред. В. В. Снітинського, І. Б. Яціва. Вип. 20. Львів: Львів. нац. аграр. ун -т, 2020. С. 10.
6. Андрушко М.О., Лихочвор В.В., Андрушко О.М. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2019. № 23. С. 56–64.
7. Баташова М.Є. Формування врожаю гороху посівного в умовах дефіциту вологи. *ПДАА Науково-практична конференція професорсько-викладацького складу*, 2014. С. 8–10.
8. Бахмат М.І., Небаба К.С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу

Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агронімія*. 2018. №294. С. 24–31.

9. Бахмат М.І., Чинчик О.С. Особливості вирощування гороху посівного в умовах Поділля Лісостепу західного. *Матеріали міжнародної науково – практичної конференції «Аграрна наука і практика в контексті європейської інтеграції»*. Кам'янець-Подільський, 2018. С.54–56.

10. Березовська-Бригас В.В., Власова О.Г. Технологія застосування біопрепаратів проти фітофагів та збудників хвороб на посівах гороху. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 1–2. С. 5–8.

11. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. / Кравченко В.С. та ін. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Випуск 92. С. 83–91.

12. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник. /Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2013. 724 с.

13. Бурикiна С.І., Вельвер М.О., Капустiна Г.А. Агронiмiчна ефективнiсть добрив при вирощуваннi гороху в умовах змiн клiмату Причорноморського Степу. *Таврiйський науковий вiсник*. 2020. № 114. С. 33–43.

14. Бучинський І.М., Лихочвор В.В. Горох повернувся в Україну. *Агроном*. 2018. №1. С. 184–185.

15. Бушулян О., Коблай С. Володар бобового царства, або знову про горох. *Пропозиція*. 2019. №2. С.54–58.

16. Волкогон В.В., Бердніков О.М., Лопушняк В.І. Екологічні аспекти систем удобрення сільськогосподарських культур. За ред. В.В. Волкогона. К.: *Аграрна наука*, 2019. 264 с.

17. Гамаюнова В.В., Туз М.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в південному Степу. *ННЦ Інститут землеробства НААН*. 2016. №1. С. 46–57.

18. Гангур В.В. Урожайність і якість зерна гороху залежно від попередників та насиченості різноротаційних сівозмін в умовах лівобережного Лісостепу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур «Зернові культури»*. Дніпро. 2017. Том 1. №1. С. 129–133.

19. Гончар Л.М., Пилипенко В.С. Польова схожість насіння та густина стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Випуск 269. С.46–57.

20. Горбаньов В.О. Вплив інокуляції насіння на врожайність гороху. *Зб. матеріалів IV міжнар. наук.-прак. Інт-конф. «Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти»*. 2020. С. 216–217.

21. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. *Пропозиція*. 2019. №1. С.56-59.

22. Горох – культура вимоглива до умов вирощування. / Іщенко В., Козелець Г., Гайденко О., Темченко А. *Агробізнес сьогодні* 2016. №7. С. 70–72.

23. Господаренко Г.М. Удобрення сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2016. 276 с.

24. Дворецька С., Любчич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. №11. С. 66–72.

25. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету «Сільське господарство та лісівництво»*. 2016. Випуск 4. С. 56–61.

26. Дідур І.М. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна сортами гороху різних морфотипів. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство»*. Київ. 2009. Вип.81. С. 80-88.

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

28. Заришняк А.С., Цвей Я.П., Іваніна В.В. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту у сівозмінах. За ред. А.С. Заришняка. К.: *Аграрна наука*, 2015. 208 с.

29. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябокiнь Т.М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Випуск 4. С. 59–65.

30. Капінос М. В. Використання біопрепаратів та регуляторів росту рослин при вирощуванні гороху посівного (*Pisum sativum* L.). Вплив змін клімату на онтогенез рослин: *Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 року: матеріали доповідей*. Миколаїв, 2018. С. 195–197.

31. Капінос М. В., Калитка В. В. Вплив регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на проростання насіння та початковий ріст гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Таврійський науковий вісник: наук. журнал. Сільськогосподарські науки*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 96. С. 66–73.

32. Капінос М. В. Урожайність та якість сортів гороху залежно від інокуляції насіння в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 40–47.

33. Капінос М. В. Фотосинтетична діяльність рослин гороху посівного залежно від технологічних прийомів вирощування. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. Вип. 73. С. 47–52.

34. Кірілеску О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Випуск 82. С.и127–132.

35. Коблай С. В. Адаптивний потенціал різних за морфо типом сортів гороху. *Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції, 3 листопада 2016 р. м. Київ. «Світові рослинні ресурси: стан і перспективи*

розвитку». *Український Інститут експертизи сортів рослин*. Вінниця. Нілан-ЛТД. 2016. С. 38–40.

36. Коваленко О. А. Застосування мікродобрив та біопрепаратів в зоні південного степу України за вирощування гороху. *Сільське господарство та лісівництво*. № 22. 2021. С. 22–23.

37. Колосовська В. В., Садковська А. М. Дослідження фотосинтетичної продуктивності гороху в умовах змін клімату. Використання альтернативних джерел енергії в умовах розвитку сільських територій. Полтава, 2019. С. 66–68.

38. Коць С. Я., Моргун В. В., Патыка В. Ф. Биологическая фиксация азота. Монография: в 4 т. Т. 2. Бобово-ризобьяльный симбиоз. Київ: Логос, 2011. 523 с.

39. Коць С. Я. Дослідження біологічної фіксації азоту в інституті фізіології рослин і генетики НААН України. *Физиология растений и генетика*. 2016. Т. 48. № 3. С. 215.

40. Лемішко С. М. Ефективність використання біопрепаратів та стимуляторів росту у посівах гороху в умовах північного Степу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур «Зернові культури»*. Дніпро. 2018. Том 2. №1. С. 82–87.

41. Лихочвор В. В., Андрушко М. О. Вплив норм висіву гороху на елементи структури та врожайність зерна. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №4. С. 51–57.

42. Медведовський О. К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 205 с.

43. Мельниченко А. І., Федоров М. І. Економіка та сільське господарство. Підручник. За ред. А.І. Мельниченка. К.: Видавництво СНАУ, 2014. 400 с.

44. Мусієнко М. М., Капінос М. В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах онтогенезу за дії біопрепаратів та регуляторів росту рослин. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип. 7. С. 11–17.

45. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник. / Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д., Вінниця. 2017. 588 с.
46. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України. / Гирка А.Д. та ін. *Науковий журнал Інституту зернових культур «Зернові культури»*. Дніпро. 2018. Том 2. № 2. С. 267–273.
47. Патики В.П. Біологічний азот. /Патики В.П. та ін. / За ред. В.П. Патики. К.: Світ, 2003. С. 424.
48. Петриченко В. Ф. Виробництво зернобобових культур і сої в Україні: сучасні виклики та перспективи. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. *Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р.* Вінниця. Діло. 2016. С. 10–11.
49. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.
50. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Сучасні технології у рослинництві в історичному ракурсі і світлі євроінтеграційних викликів. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 9. С. 5–10.
51. Пилипенко В. С., Гончар Л. М., Каленська С. М. Формування продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». 2016. № 91. Том 2. С. 51–55.
52. Пилипенко В. С., Гончар С. М., Каленська С. М. Управління формуванням продуктивності гороху залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія*. 2016. № 9 (32). С. 71–76.
53. Прищепо М. М., Сергєєв Л. А., Конащук О. П. Вирощування насінневого гороху на півдні України. *Агроніст*. 2018. № 4. С. 138–140.

54. Роль мікроелементів у живленні рослин та покращені родючості ґрунтів. / Венглінський М.О., Глущенко М.К., Годинчук Н.В., Хмара Т.І. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2014. Випуск 1. С. 73–75.
55. Рослинництво з основами кормовиробництва. Підруч. для студентів ВНЗ /Каленська С. М. та ін. Вінниця. Нілан. 2014. 649 с.
56. Рослинництво: підручник. / Базалій В.В. та ін. Херсон: «Олді+», 2020. 520 с.
57. Рудніченко Н. Природні ліки для ґрунту і джерело білка для людства. *Пропозиція*. 2019. №1. С. 24–29.
58. Січкарь В. І. Стан і перспективи розвитку виробництва зернобобових культур у світі та Україні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту – національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26 (66). С. 9–20.
59. Стратегічні культури. / Трибель С. О. Ретьман С. В., Борзих О. І., Стригун О. О. К.: Колообіг–Фенікс, 2012. 368 с.
60. Телекало Н. В., Блах М. В. Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів *Збірник наук. пр. ВНАУ Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 155–164.
61. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. ВНАУ. 2019. Вип. 13. С. 84–93.
62. Телекало Н. В. Фотосинтетична продуктивність гороху посівного залежно від впливу передпосівної обробки насіння та позакореневих підживлень. *Сільське господарство та лісівництво*. № 3. 2016. С. 65–75.
63. Центило Л. В. Функціонування азотфіксуючого симбіозу та продуктивність гороху за різних рівнів удобрення. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2016. Вип. 24. С. 37–42.
64. Черенков А. В., Шевченко М. С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. №1. С. 13–18.

65. Чинчик О. С. Вплив обробки насіння біопрепаратами на тривалість вегетаційного періоду та урожайність сортів гороху. *Корми і кормо виробництво*. 2015. Випуск 81. С.74–77.

66. Шкатула Ю. М., Паламарчук А. В. Продуктивність гороху в залежності від агротехнічних та хімічних заходів. *Сільське господарство та лісівництво*. №5. 2017. С. 215–223.

67. Andrew W. Lenssen, Upendra M. Sainju, Jalal D. Jabrob, Brett L. Allenb and William B. Stevensb. Dryland Pea Production and Water Use Responses to Tillage, Crop Rotation, and Weed Management Practice. *Agronomy journal*. September-October 2018. Volume 110. Issue 5. P. 1843–1853.

68. Reckling M., Hecker J.M., Bergkvist G. et al. A cropping system assessment framework. Evaluating effects of introducing legumes into crop rotations *European J. of Agronomy*. 2016. V. 76. P. 186–197.