

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та екології**

**Кафедра рослинництва**

**МАГІСТЕРСЬКА**  
**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**на тему:**

**«ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ  
ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД  
СОРТОВОГО СКЛАДУ, СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА  
ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО  
ПРЕПАРАТУ»**

Виконав: здобувач вищої освіти  
ОПП Насінництво і насіннезнавство  
спеціальності 201 Агрономія  
ступеня вищої освіти магістр  
**Бабенко Євгеній Сергійович**

**Керівник: Єремко Л.С., канд. с.-г. наук, доцент**

**Рецензент: Баган А.В., канд. с.-г. наук, доцент**

**Полтава – 2021 року**

## ЗМІСТ

ст.

<b>ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ</b>	
1.1. Роль сортових ресурсів у збільшенні виробництва насіння гороху.....	10
1.2. Система удобрення як фактор підвищення насіннєвої продуктивності агроценозів гороху.....	13
1.3. Роль мікробіологічних препаратів у формуванні і функціонуванні бобово-ризобіального симбіозу та підвищенні насіннєвої продуктивності гороху.....	16
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
2.1. Ботанічна характеристика гороху.....	20
2.2. Біологічні особливості гороху.....	21
<b>РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	24
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень .....	25
3.3. Методика проведення досліджень .....	28
3.4. Агротехнологічні особливості вирощування гороху.....	29
<b>РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ СОРТОВОГО СКЛАДУ, СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ, ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ</b>	
4.1. Вплив мінеральних добрив та мікробіологічного препарату на проростання насіння та початковий розвиток рослин гороху.....	35
4.2. Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на динаміку наростання вегетативної частини рослин сортів гороху.....	38
4.3. Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на фотосинтетичну продуктивність посівів гороху.....	40
4.4. Формування симбіотичного апарату сортів гороху залежно від системи удобрення та мікробіологічного препарату.....	45
4.5. Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на насіннєву продуктивність сортів гороху.....	48
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ ЯК ФАКТОРА ПІДВИЩЕННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОРТІВ .....</b>	<b>51</b>
<b>РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....</b>	<b>53</b>
<b>РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>56</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>58</b>
<b>РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>	<b>60</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>61</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>66</b>

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

У поліпшенні продовольчого постачання населення, підвищенні продуктивності тваринництва, зменшенні використання мінеральних азотних добрив значне місце відводиться зернобобовим культурам, що є найважливішим джерелом повноцінного рослинного білка, як найважливішої складової частини будь-якого організму і матеріальною основою життя. Його дефіцит призводить до виникнення фізіологічних, функціональних розладів організму, що проявляються у затримці росту і розвитку, швидкій фізичній і особливо розумовій стомлюваності. Білок є однією з найцінніших та найбільш дієвих сполук, що визначають спрямованість проходження фізіологічних процесів у організмі тварин.

Основним джерелом білка рослинного походження є зернобобові культури, вміст сирого протеїну у насінні яких у 2,2–2,5 рази перевищує злакові культури. Білкові речовини більшості зернобобових культур порівняно із злаковими мають розширений амінокислотний склад кращої збалансованості. Білок бобових має достатньо високу розчинність у воді, розчинах нейтральних солей і слаболужних розчинах, що пояснює його перетравність та високу засвоюваність організмами людей і тварин [3].

У групі зернобобових культур лідує позиції щодо посівних площ займає горох. За рахунок високої пластичності, різноманітності сортового складу, холодостійкості і скоростиглості, здатності формувати високі врожаї, дана культура має широкий ареал поширення.

На сьогоднішній день не існує іншої зернобобової культури, яка б в Україні могла б повністю замінити горох. Це обумовлено високою поживністю його зерна, цінними продовольчими і кормовими якостями, здатністю за сприятливих умов вирощування формувати високопродуктивні агроценози [1].

Горох є цінною агромеліоративною культурою, що пояснюється його здатністю збагачувати ґрунт органічною масою і азотом, поповнювати орний шар фосфором, калієм, кальцієм, покращувати структуру ґрунту та підвищувати його родючість [2]. Залежно від рівня сформованого врожаю зерна та листково-

стеблової маси до ґрунту після його збирання може надходити близько 60-90 кг/га азоту, 15-25 кг/га фосфору, 20- 30 кг/га калію.

Коренева система гороху має високу засвоювальну здатність, що дозволяє рослинам використовувати поживні речовини з важкорозчинних сполук. За рахунок цього підвищується рухомість фосфору в ґрунті, що покращує фосфорне живлення послідуєчих культур сівозміни. [3, 4].

**Актуальність теми.** Передумовою ефективного виробництва насінневого матеріалу гороху є комплексне здійснення селекційно-насінницьких і агротехнологічних прийомів, у складі яких вагоме значення відводиться впровадженню високопродуктивних сортів, що характеризуються високою адаптаційною здатністю до дії екзогенних чинників та удосконаленню агротехнологічного процесу їх вирощування.

Формування високопродуктивних агрофітоценозів даної культури є неможливим без забезпечення необхідними поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду як за рахунок застосування мінеральних добрив, так і за рахунок фіксації молекулярного азоту. Продуктивність азотфіксації обумовлюється цілим рядом факторів з яких першочергового значення мають біологічні особливості культури, комплементарність генотипів рослин і азотфіксуючих мікроорганізмів, відповідність екологічних умов потребам конкретних азотфіксуючих систем (кислотність, аерація, вологість, температура ґрунту наявність необхідної кількості поживних елементів у ньому).

Тож, розробка і впровадження нових та удосконалення існуючих моделей агротехнології виробництва насінневої продукції нових сортів гороху, що передбачає оптимізацію перебігу продукційного процесу зокрема за рахунок підвищення активності біологічної фіксації азоту є важливою актуальною проблемою, що потребує відповідного науково обґрунтованого розв'язання.

**Мета і задачі досліджень.** Мета досліджень полягала у визначенні впливу забезпеченості рослин елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду за рахунок використання мінеральних добрив та інтродукції активного штаму азотфіксуючих мікроорганізмів у зону ризосфери

на формування симбіотичного апарату, та насіннєву продуктивність агроценозів гороху.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні завдання:

- визначити особливості проростання насіння гороху посівного, початковий ріст коренів і паростків залежно від застосування мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих мікроорганізмів;
- з'ясувати вплив застосування мікробіологічних препаратів на динаміку наростання надземної частини, формування симбіотичного апарату, листкової поверхні рослин та продуктивність її фотосинтетичної роботи у посівах різної щільності;
- визначити параметри складових елементів індивідуальності продуктивності рослин та величину врожаю насіння залежно від елементів технології;
- провести оцінку економічної ефективності впровадження досліджуваних технологічних прийомів у виробничому процесі виробництва насіння гороху.

*Об'єкт досліджень* – процеси проростання насіння, лінійного росту і розвитку рослин, наростання листкової поверхні, нагромадження надземної органічної біомаси, індивідуальна продуктивність рослин та урожайність насіння сортів гороху залежно від внесення мінеральних добрив, інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та проведення позакореневого підживлення рослин мікродробривом.

*Предмет досліджень* – сорти гороху Готівський і Отаман, урожайність насіння, мікробіологічний препарат, мінеральні добрива.

**Методи досліджень:** польовий – для спостереження за фазами розвитку рослин, визначення їх біометричних показників, насіннєвої продуктивності та проведення обліку врожаю; лабораторний – для визначення енергії проростання насіння, його лабораторної схожості та початкового розвитку рослин гороху посівного; статистичний – для проведення дисперсійного аналізу оцінки

результатів досліджень; розрахунково-порівняльний – для встановлення економічної ефективності впровадження елементів технології вирощування гороху посівного.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у науковому обґрунтуванні новітніх аспектів технології виробництва насіння гороху посівного з використанням мікробіологічного препарату на основі азотфіксуючих *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum* Ризоактив Бобові та оптимізації поживного режиму рослин впродовж вегетаційного періоду за рахунок поєднання внесення мінеральних добрив та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий.

Визначено вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин, фотосинтетичну діяльність посівів, інтенсивність створення органічної біомаси та їх насінневу продуктивність. Удосконалено агротехнологічний процес вирощування гороху посівного за рахунок оптимізації поживного режиму, шляхом внесення мінеральних добрив, проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих мікроорганізмів та позакореневого підживлення рослин мікродобривом.

**Методи досліджень** 1) польовий метод – вивчення взаємодії об'єкта дослідження з біотичними і абіотичними факторами в умовах досліджуваної зони; 2) лабораторні методи: а) хімічні – визначення хімічного складу зерна; б) морфофізіологічний - визначення біометричних параметрів рослин; 3) статистичний метод - дисперсійний; 4) порівняльно-розрахунковий – визначення економічної ефективності технологій вирощування.

#### **Практичне значення одержаних результатів.**

У агротехнологічному процесі вирощування сортів гороху Готівський і Отаман для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності їх посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/га) на фоні внесення  $P_{60}K_{60}$ .

Використання цих рекомендацій надає можливість стабілізувати і підвищити рівень насінневої продуктивності агроценозів зерна за рахунок більш ефективного використання біологічно фіксованого азоту, науково-обґрунтованої системи добрив, підбору та адаптації сортів до умов вирощування.

**Особистий внесок здобувача.** Магістерська дипломна робота є самостійним дослідженням автора. У ході написання роботи автором проведено аналітичний огляд зарубіжної та вітчизняної наукової літератури за науковою тематикою роботи. Закладено та проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано результати досліджень, на основі яких сформувано висновки та надано рекомендації виробництву.

**Апробація результатів роботи.** Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на ІХ науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 27 листопада 2021 р.

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 1 тези в збірнику матеріалів науково-практичної конференції:

1. Єремко Л.С., Бабенко Є.С. Особливості формування насінневої продуктивності гороху залежно від сортового складу та системи удобрення. Матеріали ІХ науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 27 листопада 2021 року. Полтава, 2021.

**Структура та обсяг магістерської дипломної роботи.** Загальний обсяг дипломної роботи становить 78 сторінок загального друкованого тексту, містить 11 таблиць. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 110 найменувань.

## РОЗДІЛ 1

### РОЛЬ ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ФОРМУВАННІ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ

## 1.1. Роль сортових ресурсів у збільшенні виробництва насіння гороху

Основою агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур є їх сортові характеристики, що визначаються морфо-біологічними особливостями та вимогами до умов вирощування.

Численними науковими дослідженнями доведено, що впровадження у виробництво високопродуктивних сортів сприяє збільшенню отриманої насіннєвої продукції на 20-30 % [5].

Особливо цінною біологічною характеристикою сорту є висока адаптивна здатність до дії екзогенних чинників, що полягає у досить швидкому відновленні метаболічних процесів у рослинному організмі до оптимального рівня після впливу стрес-фактора і є досить важливим за нестабільних агрокліматичних умов вирощування.

Головними властивостями, що вказують на високий рівень адаптивності сортів гороху до несприятливого впливу екологічних факторів, є тип лінійного росту стебла, високий рівень генетично обумовленої урожайності насіння, його одночасне досягання, стійкість до осипання, ураження хворобами та пошкодження шкідниками [6-8].

Наразі пріоритетними селекційними напрямками підвищення технологічності рослин гороху є створення його листкових та безлисточкових (вусатих) сортів, що міють маленькі та середні, але товсті листкові пластинки, крупні прилистки. Висота рослин таких сортів становить 60-90 см, лінійна щільність стебла – 18 мг/см, стебло має 10-13 вузлів у вегетативній частині і 3-5 – у генеративній. Перевага надається сортам, що характеризуються фізіологічно обмеженим або генетично детермінантним типом розвитку, поліпшеним біохімічним складом зерна [9-11].

Наразі селекційна робота спрямована на розширення базової колекції генофонду зернобобових культур та створення високопродуктивних сортів із біологічним потенціалом зернової продуктивності на рівні 45 – 65 ц/га [12].

Донедавна у агротехнологічному процесі вирощування тривалий час переважали сорти із середньо- та високорослими рослинами листочкового морфологічного типу та детермінантним типом росту стебла. За тривалих періодів надмірного зволоження вони переростали, рослини передчасно вилягали, та сильно уражалися хворобами і пошкоджувалися шкідниками, внаслідок чого значно знижувалася зернова продуктивність посівів.

Наразі більша кількість сортів гороху, занесених до "Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні", є безлисточковими (вусатими) високоврожайними, з високими адаптивними властивостями, підвищеною стійкістю до вилягання, високою технологічністю вирощування, придатністю до проведення прямого комбайнування [13, 14].

У сучасних агротехнологіях вирощування урожайність сортів нового покоління із вусатим морфологічним типом може перевищувати понад 6 т/га. Рівень зернової продуктивності гороху у Франції, Англії становить понад 8 т/га [15].

Їх основною перевагою є формування вирівняного стеблостою, добра аерація та достатнє надходження енергії фотосинтетично активної радіації до нижнього ярусу посіву, що створюються за рахунок добре розвинених і міцно зчеплених вусів [16].

Листкові форми характеризуються більш інтенсивним перебігом фізіологічних процесів порівняно із вусатими, але за рахунок підвищеної стійкості останніх до вилягання компенсується незначне зниження продуктивності та забезпечується їх перевага в агрофітоценозах порівняно з іншими формами.

Вченими доведена вища ефективність вирощування сучасних безлисточкових форм гороху порівняно із листочковими у інтенсивних агротехнологіях [17, 18].

Підвищення рівня виробництва зернової продукції гороху можуть забезпечити нові сорти, що характеризуються високою урожайністю,

білковістю, стійкістю до хвороб, вилягання і є придатними до прямого комбайнування [19-21].

Важливою характеристикою сорту щодо підвищення зернової продуктивності гороху є висота рослин. Низькорослі сорти, що мають міцне стебло починають вилягати на час настання фази цвітіння, тоді як високорослі із довгим стеблом – ще до настання бутонізації (у фазі 8-10 листків).

Стебло рослин короткостеблових сортів гороху має добре розвинену механічну тканину, судинно-волокнисту транспортну систему і відповідно покращену забезпеченність асимілянтами репродуктивних органів.

У короткостеблових сортів частка бобів у сухій біомасі рослин у фазі воскової стиглості насіння становить 40-50%, стебел 30-40%, у сортів із довгим стеблом розподіл сухої біомаси рослин є дещо іншим. У них 50-60 % органічної маси йде на формування стебла і 12-20 % надходить до бобів і насіння.

Сорти Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва – Девіз (2007), Царевич (2008), Глянс (2008), Отаман (2011), Оплот (2011), Меценат (2014), Гейзер (2015), Корвет (2016), характеризуються потенціалом продуктивності до 6 т/га, стійкістю до вилягання та осипання зерна, придатністю до прямого комбайнування, та є більш пристосованими порівняно із зарубіжними до ґрунтово-кліматичних умов вирощування України і повністю відповідають вимогам сучасного інтенсивного виробництва [22].

За комплексом господарських ознак та стійкістю до хвороб виділено сорти української селекції Меценат, Царевич, Магнат, Отаман [23].

## **1.2. Система удобрення як фактор підвищення насіннєвої продуктивності агроценозів гороху**

Вагомим фактором формування високопродуктивних агрофітоценозів є поглинання рослинами елементів мінерального живлення та використання їх разом із органічними сполуками, створеними у ході процесу фотосинтезу і продуктами симбіотичної діяльності у ході росту і розвитку [24, 25].

Особливості мінерального живлення гороху обумовлені його специфічними біологічними властивостями, що полягають у слабкій реакції на внесення підвищених доз мінеральних добрив.

Незважаючи на великий обсяг теоретичних і експериментальних даних, питання внесення мінеральних добрив у системі вирощування гороху є неоднозначним і носить дискусійний характер.

Кожен елемент мінерального живлення відіграє свою специфічну роль у процесі життєдіяльності рослин. За дефіциту будь-якого з них порушується обмін речовин, гальмується інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів, що призводить до погіршення росту та розвитку рослин, зниження рівня насінневої продуктивності та якісних показників врожаю.

Горох внаслідок відносно короткої тривалості вегетаційного періоду, слабо розвиненої кореневої системи, характеризується підвищеними вимогами щодо рівня забезпеченості елементами мінерального живлення.

Для формування 1 ц насіння і відповідної кількості надземної листково-стеблової маси рослини використовують 4,5-6,0 кг азоту, 1,7-2,0 кг фосфору, 3,8-4,0 кг калію, 2,5-3,0 кг кальцію, 0,8-1,3 кг магнію та сірки і мікроелементи передусім молібден та бор [26, 27].

Необхідно відмітити, що внесення мінеральних азотних добрив має негативний вплив на формування і функціонування бобово-ризобіального комплексу на всіх етапах розвитку симбіотичних взаємовідносин, починаючи від формування кореневої системи та бульбочок, до активної азотфіксації [28, 29]. Внесення підвищених доз азотних добрив призводить до зниження азотфіксуючої активності бульбочкових бактерій, та переходу рослин на живлення мінеральними формами азоту [30].

Однак деякі дослідники все ж таки рекомендують вносити стартові дози мінерального азоту, задля забезпеченості даним елементом рослин на початкових етапах розвитку до становлення бобово-ризобіального симбіозу.

Процес фіксації молекулярного азоту починається у фазі 2-3 листків, а максимальна його активність відмічається у фазах початку цвітіння – формування бобів.

Дані щодо обсягів симбіотичної азотфіксації є різними, що зумовлено різним впливом ґрунтово-кліматичних умов на бобово-ризобіальний симбіоз. Одні дослідники свідчать, що горох може фіксувати з повітря близько 40-90 до 100-150 кг/га д.р. азоту [31].

Існують наукові дані, що за підвищеної забезпеченості рослин фосфором і калієм, спостерігається одночасна недостатня забезпеченість їх азотом у фазах інтенсивного вегетативного росту та наливу насіння [32-34].

Наразі не існує єдиної наукової думки щодо внесення мінерального азоту у агротехнологічному процесі вирощування гороху.

Одні вчені стверджують, що рослини гороху, як зернобобові культури мають здатність щодо повного забезпечення себе азотним живленням за рахунок фіксації даного елемента з повітря. Інші свідчать, що до початку формування бобово-ризобіального симбіозу (впродовж 15-25 днів після сходів) живлення рослин відбувається за рахунок споживання мінерального азоту з ґрунту, тому внесення стартових доз мінеральних азотних добрив є досить важливим агротехнологічним прийомом.

Третя сторона дотримується думки, що для підвищення рівня насінневої продуктивності гороху на рівні 4,0-5,0 т/га досить важливим є внесення мінеральних добрив у повному обсязі є обов'язковим агротехнологічним прийомом [35].

Застосування фосфорних добрив має стимулюючий ефект на ростові процеси кореневої системи, активність бульбочкових бактерій та процес формування бульбочок.

Мікроорганізми ризосфери гороху мають здатність не тільки до фіксації молекулярного азоту атмосфери, а й до переведення важкорозчинних сполук фосфору у доступні для засвоєння рослинами форми, що разом з азотним, покращує фосфорне живлення. За дефіциту фосфору у ґрунті спостерігається порушення формування і розвитку репродуктивних органів, подовжується період досягання насіння [36, 37].

Фосфор підвищує стійкість рослин до дії стрес-факторів – посухи, знижених температур, ураження фітопатогенними та шкочинними організмами. За недостатньої забезпеченості рослин фосфором погіршується засвоєння кореневою системою рослин азоту і навпаки [38].

Калій сприяє підвищенню посухостійкості рослин, покращанню обмінних процесів і перерозподілу вуглеводів між органами рослин, а також нормалізує азотне і фосфорне живлення рослин. Є наукові свідчення, що дефіцит калію призводить до погіршення якості хімічного складу насіння, а саме – до зниження вмісту білку [39].

Магній є складовою частиною хлорофілу, має позитивний вплив на життєдіяльність бульбочкових бактерій, приймає участь у багатьох обмінних реакціях рослинного організму [40, 41].

Поряд із внесенням макродобрих, важливе значення має застосування мікродобрих, до складу яких входять життєво-важливі мікроелементи. Їх дефіцит призводить до порушення обмінних реакцій рослинного організму, зменшення його стресостійкості та у кінцевому рахунку – до зниження урожайності насіння та погіршення його якісних показників.

Використання підвищених доз основного добрива і зневага мікродобривами призводить до порушення співвідношення між макро- і мікроелементами у живленні рослин [42].

Перспективним агротехнологічним прийомом покращання мінерального живлення рослин упродовж їх вегетаційного періоду є застосування багатокомпонентних добрив, а також хелатних мікродобрих, що містять ряд необхідних для рослин гороху мікроелементів в біологічно активній формі.

Наукивці рекомендують проводити допосівну обробку насіння гороху мікроелементами у комплексі із протруювачем та інокулянтном, що дозволяє значно знизити собівартість зернової продукції [43-45].

Науковими дослідженнями підтверджена позитивна дія мікроелементів на вміст білка у насінні. Цинк сприяє засвоєнню рослинами калію, магнію і фосфору, що позитивно впливає на розміри врожаю насіння [46, 47].

Горох, як і всі бобові культури, для нормалізації життєдіяльності потребує забезпечення кобальтом, що приймає участь у окислювально-відновних реакціях процесів дихання, енергетичного обміну і біосинтезу білку [48, 49].

Незважаючи на значну кількість проведених наукових досліджень щодо вивчення впливу мікродобрив на формування продуктивності, наразі не існує єдиної думки, яка б свідчила про переваги способів застосування, та їх однозначну ефективність.

### **1.3. Роль біологічних препаратів у формуванні і функціонуванні бобово-ризобіального симбіозу та підвищенні насінневої продуктивності гороху**

Грунтове середовище є основним субстратом мікробного світу й головною ареною його життєдіяльності. Мікробіоценози ґрунту складаються із сотень й тисяч видів бактерій, грибів, найпростіших, мікоплазм і вірусів, що мають різне спрямування біологічної діяльності. Їх основна роль полягає у процесах кругообігу речовин у природі, формування і самоочищення ґрунтів.

Водночас головна функція мікроорганізмів у ґрунтоутворенні полягає у розкладанні органічних решток рослинного і тваринного походження до більш простих і здебільшого водорозчинних сполук, одна частина з яких використовується для підтримання життєдіяльності мікроорганізмів, а інша – надходить до біологічного кругообігу. Окремі органічні сполуки взаємодіють між собою, піддаються процесам полімеризації, конденсації, утворюючи гумусові речовини, що надалі, з плином часу, теж мінералізуються з перетворенням на воду, вуглекислий газ і мінеральні солі [50].

За формування різних типів фітоценозів відбувається зміна типів органічних сполук – рослинних ексудатів, що у свою чергу визначає види та кількість доступних бактеріям поживних речовин. Разом з тим відбуваються зміни у бактеріальній спільноті, які у свою чергу визначають структуру ґрунту і середовище для проростання насіння, росту і розвитку вегетативних і генеративних органів рослин. Вважається, що на ґрунтовому середовищі із повноцінним комплексом мікроорганізмів, поживний режим рослини є значно кращим, а значить реалізація потенціалу продуктивності є вищою [51, 52].

Видовий склад ґрунтових мікроорганізмів може бути урізноманітненим у ході проведення екзогенної регуляції за використання екологічно безпечних комплексних мікробіологічних препаратів та фізіологічно активних речовин на синтетичній і природній основі [53, 54]. За впровадження у зону ризосфери бактеріальних препаратів на основі поліфункціональних активних специфічних штамів бактерій відбувається комплементарне зв'язування поверхневих глікополімерів ризобій у ході первинних контактів із макросимбіонтом, формування симбіотичної бобово-ризобіальної системи та функціонування азотофіксуючої нітрогеназного комплексу [55].

У системі ґрунт–мікроорганізми–рослина ґрунтові бактерії і мікроскопічні гриби є незамінною і невід'ємною складовою [56]. Саме тому рослина, що забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів, здатна одержати необхідне живлення і реалізувати свій потенціал урожайності. Особливої уваги заслуговують дослідження щодо вивчення інтродукції поліфункціональних мікроорганізмів, умов їх ефективного функціонування у ризосфері рослин, розробки елементів технологій ефективного застосування мікробних біопрепаратів [57].

Результати численних наукових досліджень вказують на формування продуктивних рослинно-мікробних асоціативних та симбіотичних систем за рахунок інтродукції у зону кореневмісного шару поліфункціональних мікроорганізмів – складових мікробних біопрепаратів [58, 59].

Впровадження у агротехнологічний процес виощування мікробіологічних препаратів на основі мікроорганізмів-азотфіксаторів сприяє не лише поліпшенню забезпеченості рослин азотом, а й покращує трансформацію важкорозчинних форм поживних речовин ґрунтового середовища, у більш доступні для засвоєння рослинами. Разом з тим складовими елементами бактеріальних препаратів є фізіологічно активні речовини (гормони, вітаміни, амінокислоти, регулятори росту рослин і ін.), за рахунок яких здійснюється пряма регуляція ростових процесів рослинного організму. Їх застосування у агротехнологіях надає можливість на 20-30 % підвищити рівень засвоєння кореневою системою рослин елементів мінерального живлення за рахунок збільшення її активної адсорбуючої поверхні та збільшити її поглинальні властивості і підвищити життєздатність рослин за екстремальних умов.

Фізіологічно активні рістстимулюючі речовини підвищують біологічну активність у зоні ризосфери за рахунок інтенсифікації процесів синтезу і функціонування бактеріальних ферментативних систем, що сприяє значному поліпшенню умов живлення рослин.

Заселяючи зону ризосфери культури, корисні мікроорганізми не допускають розвиток патогенної мікрофлори, тим самим зменшуючи ймовірність ураження рослин фітопатогенами [60, 61].

Проведення допосівної інокуляції насіннєвого матеріалу сприяє поліпшенню його якості, що проявляється у підвищенні енергії проростання, схожості насіння, і надалі – інтенсифікації процесів фотосинтетичної діяльності рослин, утворенні морфологічних структур, підвищенні рівня індивідуальної продуктивності рослин та урожайності посівів [62].

Наразі численими науковими дослідженнями широко доведена ефективність використання у агротехнологічному процесі вирощування зернобобових культур мікробіологічних препаратів на основі активних, специфічних штамів мікроорганізмів, яка полягає у збільшенні рівня продуктивності, якісних показників товарної продукції, зменшенні рівня надходження нітратів у ґрунтові води, і накопичення їх у рослинах, зростанні

вмісту органічної речовини у ґрунті за рахунок посилення розвитку кореневої системи інокульованих рослин та збільшення її розмірів. [63]. Зростання коефіцієнта використання добрив та отримання додаткового врожаю у свою чергу зменшує витрати виробничих ресурсів на внесення мінеральних добрив та підвищує економічну ефективність вирощування культури [64].

## **РОЗДІЛ 2**

### **ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ**

#### **2.1. Ботанічна характеристика гороху**

Горох посівної - *Pisum sativum* L. - Однорічна рослина з сімейства бобових (Fabaceae, або Leguminosae). Поширений у виробництві посівний горох поділяється на різновидності за такими основними ознаками: висотою та формою стебла; забарвленням сім'ядолей, насіння і насінного рубчика; розміром насіння і будовою бобу.

Коренева система гороху є добре розвиненою із глибиною проникання головного стрижневого кореня у ґрунт на глибину до 1,5 м, а розгалужених бічних – до 1 м у боки.

Стебло трав'янисте, в основі здатне до гілкування, різної висоти: у карликових сортів до 50 см, напівкарликових – 80, середньорослих – 130 та у високорослих – до 150-200 см і більше. Карликові сорти є стійкими до вилягання; високорослі формують сланке стебло і вилягають.

Стебло гороху буває простим (звичайним) і фасційованим (штамбовим).

Просте стебло має видовжені міжвузля, що тоншають до верхівки, їх міжвузля приблизно однакової довжини, листки, суцвіття та плоди розміщуються на ньому більш–менш рівномірно.

Фасційоване стебло складається з коротких міжвузлів, у верхній частині розширено-сплющених (фасційованих), вузли зближені, квітки та плоди скупчені. Таке стебло менш схильне до вилягання, а при виляганні його верхня частина піднімається й уникає безпосереднього контакту з ґрунтом.

Листки гороху парнопірчасті, здебільшого з 2-3 парами листочків і закінчуються розгалуженими вусиками, якими рослини можуть чіплятися одна за одну або в сумішках закріплюватися на інших високоросліших рослинах.

Листочки яйцеподібні, оберненояйцеподібні, довгасті, округлі, ромбічні, різної величини. Прилистки великі, більші, ніж листочки, напівсерцеподібної форми, основою охоплюють стебло.

У природі трапляються форми гороху з непарнопірчастими та багаторазово парнопірчастими листками, а також з листками у вигляді розгалужених вусиків (горох вусатий).

Плід – біб. Розмір бобів у гороху визначається їхньою довжиною і шириною. У сортів гороху зернового напрямку в кожному бобі міститься у середньому 5-6 насінин з відхиленнями від 3-4 до 12 насінин [65].

## **2.2. Біологічні особливості гороху**

Горох належить до холодостійких, відносно маловимогливих до забезпеченості тепловими ресурсами впродовж вегетаційного періоду, культур. Його насіння починає проростати за прогрівня посівного шару ґрунту до 1-2°C, однак значення біологічного мінімуму температури ґрунту для отримання дружніх сходів є вищими і становлять близько 4-5°C. За нижчих значень поява сходів здебільшого затримується до 15-25 днів, при цьому спостерігається значне зниження польової схожості насіння культури та енергії початкового росту і розвитку рослин [65].

За підвищення забезпеченості проростаючого насіння тепловими ресурсами, а саме за температури до 10°C, інтенсивність його проростання підвищується, а період появи сходів над поверхнею ґрунту скорочується до 5-7 днів. На початкових етапах свого розвитку горох може витримувати приморозки до -5...-7°C.

Оптимальні параметри температури повітря на час вегетативного розвитку знаходяться у межах від 12 до 16°C, формування генеративних органів потребує більшої кількості тепла на рівні від 16 до 20°C. Підвищення температури повітря понад 26°C має негативний вплив на формування і розвиток генеративних органів [66].

Горох є досить вимогливою культурою до наявності доступної для рослин вологи. Значення транспіраційного коефіцієнту його рослин знаходяться у межах від 400 до 600.

Набування і проростання його насіння відбувається за умови поглинання близько 110-115%, а мозкових сортів до 150% водологи від його маси. Умови росту і розвитку рослин наближаються до оптимальних за суми річної кількості опадів на рівні 450-600 мм, вологості ґрунту близько 70-80 %

найменшої вологоємкості. Критичними періодами розвитку рослин по відношенню до умов вологозабезпеченості є бутонізація, цвітіння і формування бобів [67].

За недостатньої вологозабезпеченості від початку закладання генеративних органів (особливо від цвітіння до утворення бобів) послаблюється інтенсивність наростання вегетативної маси рослин, спостерігається опадання квіток з рослин, а сформоване насіння є дрібним. Разом з тим може бути вираженим скорочення (у півтора рази) тривалості вегетаційного періоду гороху за рахунок зменшення періоду цвітіння на 7-10 днів. Надмірна ж вологість ґрунту у період цвітіння і утворення плодів призводить до посиленого росту вегетативної маси, виникнення взаємозатінення рослин, їх витягування у посіві та зменшення частки репродуктивних органів [68].

Найбільш стійкими до впливу посушливих умов вважаються сорти з менш тривалим періодом вегетації, які встигають сформувати урожай, використовуючи продуктивні вологозапаси, що накопичилися впродовж зимового періоду. Внесення фосфорних і калійних добрив скорочує витрати води на 6-10% [69].

Горох – світлолюбна культура довгого дня. За недостатньої кількості поглиненої енергії сонячної радіації його розвиток сильно пригнічується. Стебла витягуються, вилягають, а внаслідок використання переважної кількості синтезованих пластичних речовин на формування надземної частини, інтенсивність розвитку кореневої системи зменшується.

Фотоперіодична реакція гороху тісно пов'язана з спектральним складом світла. У світлі довгого дня переважають довгохвильові промені, а це позначається на процесах росту, розвитку рослин та формування врожаю посівами.

Кращими для вирощування гороху вважаються ґрунти з високою родючістю та нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,8-7,4). Його посіви формують найвищу урожайність на чорноземах, сірих лісових

і окультурених дерново-підзолистих ґрунтах з достатнім умістом гумусу, вапна, фосфору, калію та мікроелементів молібдену і бору [70].

На важких, дуже щільних і кислих ґрунтах формування кореневої системи гальмується, і значно погіршуються умови для формування і функціонування бобово-ризобіальної системи. Непридатними для його вирощування є важкі, глинисті, кислі, перезволожені ґрунти. На легких, бідних на поживні речовини ґрунтах, продуктивність гороху є низькою [71].

## **РОЗДІЛ 3**

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень**

Державне підприємство “Дослідне господарство “Степне” є складовим підрозділом Інституту свинарства і АПВ НААН” із розташуванням Центральної садиби у селищі Степне, що знаходиться на відстані 25 км від районного та обласного центру м. Полтава.

Площа земельних ресурсів господарства, згідно із державним актом становить 4680 га. Із них на сільськогосподарські угіддя припадає 4088 га, із яких під орні землі виділено 3974 га, багаторічні насадження – 87 га, вигони – 27 га.

Географічне місце розташування території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” знаходиться на другій лесовій терасі р. Ворскла, на межі між плато Ворскла-Орчик, на вододілі малих річок Коломак і Тагамлик у південно східній частині лівобережного Лісостепу України.

Територія земельного масиву являє собою рівнину, що розділяється балкою на дві частини, на кожній із яких різниця висот не перевищує 5 – 10 м без ярів і розмивів. Глибина залягання ґрунтових вод становить 22 м.

Складовими частинами рослинного покриву є угруповання степів, лук, заплачних і соснових лісів. Флора нараховує близько 1500 видів вищих рослин, з них борельєфних – 349, степових – 347, представників флори західної Європи – 391, культурних квіткових рослин – 69 [72].

Переважаючим типом ґрунтів господарства є чорнозем типовий малогумусний глибокозакіпаючий на площі 2611 га та чорнозем малогумусний на площі 1470 га, що відрізняються лише розташуванням лінії буріння. У чорноземі типовому малогумусному вона знаходиться в гумусовому або у верхній половині перехідного горизонту, а у вилугуваному – у нижній половині перехідного горизонту. 160 га площі території господарства розташовані на чорноземі глибокому малогумусному різних ступенів змитості [73].

Ґрунтоутворюючою породою є лес, що являє собою пухку, нешарову породу палево-жовтого кольору, збагачену на карбонати кальцію і магнію. Період утворення лесу припадає на четвертинний період, а його виникнення тісно пов'язане з подіями льодовикового часу.

За механічним складом чорнозем типовий малогумусний – важкий суглинок. Вміст грубого пилу – 37 – 43 %, мулуватих часток – 25 – 38 %. Перерозподіл колоїдних частин по профілю незначний.

Питома вага орного шару ґрунту (0-30 см) становить 2,63 г/см<sup>3</sup>, загальна пористість – 55,1 – 59,8 %, вологість стійкого в'янення - 8,9-9,4 %, польова вологоємність – 29,7-30,5 %, максимальна кількість продуктивної вологи – 19,5-20,4 мм.

Агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки: вміст гумусу в горизонті 0-20 см 4,9 – 5,2 %, в горизонті 35-45 см 3,72 – 4,07 % і на глибині 1,5 м – 0,6-0,7 %. В орному шарі ємність поглинання досить висока – 33,0 – 35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла, рН сольової витяжки 6,3. Гідролітична кислотність дорівнює 1,6 – 1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту

За даними аналізів, ґрунти дослідного поля добре забезпечені елементами живлення рослин. В орному шарі міститься 5,44 – 8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюрінім і Коновою), 10 – 15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16 – 20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою).

### **3.2. Погодні умови місця проведення досліджень**

Погодні умови що склалися за вегетаційний період гороху 2020 року були досить контрастними. Так, квітень місяць за температурним режимом був ідентичним, як за поточним так і багаторічним показником, тоді як травень був холоднішим на 0,8<sup>0</sup>С (14,9 проти 15,7 <sup>0</sup>С). В цілому ж весна була теплішою від середньобагаторічних показників на 1,9<sup>0</sup>С (10,5 проти 8,6<sup>0</sup>С).

Сума опадів за три весняні місяці становила 172,0 мм, що на 64,6 мм більше від середньо статистичного показника. Слід також відмітити, що по місяцях вони розподілялися дуже не рівномірно. У березні і квітні їх випало менше на 8,5 і 8,0 мм, а у травні більше на 81,1 мм (126,6 проти 45,5мм).

Такий температурний і водний режими сприяв появі дружних сходів ранніх і пізніх сільськогосподарських культур, подальшого їх росту та розвитку.

За температурним режимом повітря, найспекотнішим був червень місяць з середньою температурою повітря 22,9<sup>0</sup>С, тоді як у липні і серпні ці показники відповідно становили 22,6 і 21,3<sup>0</sup>С. Відносно багаторічних даних перший місяць літа був теплішим на 3,5<sup>0</sup>С, а другий і третій на 1,4 і 1,2<sup>0</sup>С. Середньодобова температура повітря за літній період становила 22,3<sup>0</sup>С, за норми 20,2<sup>0</sup>С.

Опади, що пройшли їх кількість і інтенсивність також суттєво відрізнялися, як по місяцях, так і відносно багаторічних даних. У липні і серпні випало 50,2 та 16,9 мм, що відповідно менше від багаторічних даних на 10,9 і 25,8 мм, тоді як у червні на рівні норми. Сума опадів за літні місяці склала 152,6 мм за норми 169,0 мм. В цілому за сільськогосподарський рік середня температура повітря була вищою на 3,3<sup>0</sup>С, а опадів випало на 11,3 мм менше.

Температурний та водний режими в основному були оптимальними для росту та розвитку сільськогосподарських культур на початку і не сприятливими у подальшому. Слід відмітити, що не значні весняні опади, та спекотне літо не дали можливості повністю використати генетичний потенціал сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.1

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2020 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	9,3	14,9	22,9	22,6	21,3	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	26,0	30,0	33,2	37,4	33,6
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	23,2	126,6	85,5	50,2	16,9	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

У 2021 році початковий ріст і розвиток рослин відбувалися за дещо нижчої забезпеченості тепловими ресурсами щодо багаторічної норми. Середньодобова температура повітря у травні становила 15,6 °С за середньобагаторічних значень

даного показника 15,7 °С. В цілому за місяць випало 52,6 мм дощу проти 46,0 мм за багаторічними спостереженнями.

У червні спостерігалось інтенсивне наростання середньодобової температури повітря до 20,0 °С із перевищенням середньобагаторічних показників на 0,8 °С. Кількість опадів у цьому місяці перевищувала середньобагаторічну величину майже у 2 рази. Розподіл опадів впродовж місяця був нерівномірним. Переважно вони випадали у вигляді злив.

Липень був посушливим і спекотним. Середньодобова температура повітря цього місяця була вищою порівняно із багаторічними показниками на 3,0 °С, а кількість опадів – меншою на 43 мм із нерівномірним їх розподілом. Максимальні значення температури повітря у полуденні години сягали позначки 38,0 °С, що на 4,8 °С перевищувало багаторічні показники.

Таблиця 3.2

**Значення температури повітря та кількості опадів за  
вегетаційний період 2021 року**

Показники	Місяці					
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	8,1	15,6	20,2	24,2	22,7	
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1	
Абсолютний максимум t повітря, °С	фактично	25,0	29,0	34,0	38,0	34,0
	норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С	фактично	-5,0	3,0	8,0	10,0	8,0
	норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	51,5	52,6	133,3	18,1	71,5	
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7	

У серпні середньодобова температура повітря становила 22,7 °С, і була вищою за багаторічну норму на 2,7 °С. Кількість опадів за місяць знаходилася на рівні 71,5 мм, однак їх розподіл був нерівномірним.

### 3.3. Методика проведення досліджень

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2020-2021 рр. у польових умовах на території

державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Програма проведення експериментальних досліджень передбачала вивчення впливу системи удобрення на урожайність зерна сої.

Дослід трьохфакторний.

Фактор А – сорти гороху Готівський, Отаман.

Фактор В – внесення мінеральних добрив із дозами діючої речовини  $N_{30}P_{60}K_{60}$ ,  $P_{60}K_{60}$ .

Фактор С – проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій Ризоактив Бобові (2,0 л/т) на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* *bv. Pisum*) та позакореневе підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/га). Варіанти і повторення дослідів розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м<sup>2</sup>.

У ході польових досліджень проводили:

- фенологічні спостереження за розвитком рослин гороху проводили згідно з “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур”.
- Початок фази відмічали, за настання її у 10 % рослин і настання повної фази у 75 % рослин [74, 75].
- інтенсивність лінійних приростів у висоту визначали на відмічених 25 рослинах в двох несуміжних повтореннях [74, 76].
- Площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) і чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А.А. Ничипоровича [77].
- вміст сухої речовини у рослинах сої визначали термостатно-ваговим методом [78].
- індивідуальну продуктивність рослин та загальну зернову продуктивність посіву визначали при використанні „Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами” [79, 80].

- економічну ефективність застосування елементів технології вирощування сої знаходили при використанні методичних рекомендацій „Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно [81-83].

### **3.4. Агротехнологічні особливості вирощування гороху**

Ваговою складовою системи агротехнологічного процесу вирощування культури є розміщення її у сівозміні. Сівозміна є основою для проведення системи обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив, захисту від бур'янів, шкочочинних та фітопатогенних організмів.

Горох за своїми біологічними особливостями належить до рослин-поліпшувачів ґрунту. Це пояснюється тим, що його рослини, створюючи надземну масу за рахунок симбіотичної азотфіксації повітря економно використовують азот ґрунту. Їх коренева система за рахунок високої розчинної здатності щодо фосфорнокислих та інших важкорозчинних сполук, позитивно впливає на фізичні й хімічні показники ґрунтової родючості [97].

Найбільш доцільним у сівозміні є розміщення гороху після культур, які залишають поле чистим від бур'янів і не висушують ґрунт. Рекомендованими попередниками є озима пшениця, озиме жито, картопля, цукрові буряки й кукурудза.

Непридатними попередниками для його вирощування є соняшник, багаторічні бобові й злакові трави, зернобобові, однорічні трави з бобовим компонентом.

У сівозміні горох можна повертати на те ж поле лише через п'ять-шість років.

На полях із високим умістом мінерального азоту, що залишився після попередньої культури може спостерігатися пригнічення формування бобово-ризобіального комплексу гороху [84].

Не можна розміщувати горох після бобових культур, оскільки вони мають багато спільних шкідників. Недоречним є вирощування гороху на незначній

відстані від посівів багаторічних трав, а також від насаджень білої й жовтої акації, де розвиваються особини бобової вогнівки, що є шкідником гороху.

У системі основного обробітку ґрунту при вирощуванні гороху основний акцент робиться на прийоми, спрямовані на максимальне очищення площі від бур'янів та її вирівнювання. Основний обробіток ґрунту передбачає проведення лушення стерні і оранки. На малозасмічених ґрунтах перед оранкою рекомендованим є проведення одного лушення стерні на глибину 7–8 см дисковим лушильником ЛДГ-10 [85].

За появи коренепаросткових бур'янів (осоту польового, осоту рожевого, березки польової) через два тижні проводиться повторне лушення лемішними знаряддями на глибину 10–12 см, після якого здійснюється оранка плугами з передплужниками.

Найвища ефективність у боротьбі з коренепаростковими бур'янами після попередників, що рано звільняють поле (озимих, ранніх ярих хлібів, кукурудзи на силос), досягається у ході проведення комплексного обробітку ґрунту та внесення гербіцидів групи 2,4 Д; 2М4Х із діючою речовиною дихлорфеноксіоцтова кислота у формі диметиламіної солі (з нормою 2–3 кг/га у д.р.) [86].

Порядок виконання робіт у цьому разі передбачає проведення лушення стерні на глибину 10–12 см відразу ж після збирання попередника, а після масової появи розеток бур'янів (через 10–15 діб) здійснення обприскування гербіцидами та за 12–15 діб по тому – оранки.

За переважної засміченості кореневищними бур'янами, система обробітку ґрунту складається із таких операцій: проведення дискування вздовж і впоперек на глибину 10–12 при використанні важких дискових борін БДТ-7,0, а після появи фіолетових шилець пирію – здійснення оранки на глибину 25–27 см. Слід відмітити, що на чорноземах, засмічених багаторічними бур'янами, глибину оранки збільшують до 25–27 см, в інших випадках поля орють на глибину 20–22 см [86].

Основна мета агротехнологічних прийомів, що складають передпосівний обробіток ґрунту під горох полягає у створенні добре розпушеного дрібногрудкуватого шару ґрунту на глибині 8–10 см і бездоганному вирівнюванні посівної площі. Відхилення від цих вимог технології щодо глибини та якості розпушення негативно впливає на дотримання оптимальної глибини загортання насіння, а невірність поля — це передумова втрат урожаю під час збирання. За високої чутливості гороху до ущільнення ґрунту та наявності у ньому доступних вологозапасів вимогливий до вологи, рекомендовано проводити мінімальну кількість агроприйомів навесні, тобто усі операції з підготовки ґрунту, включаючи ретельне вирівнювання, необхідно провести восени [87].

Навесні можна виключити проведення закриття вологи за рахунок боронування, щоб не допустити висушування верхнього шару ґрунту. За досягання ґрунту на вирівняних незапливаючих площах одразу ж розпочати посівну.

В іншому випадку можна обмежитися проведенням однієї передпосівної культивуації на глибину закладання насіння (3–4 см) за використання робочих органів типу бритв із двома рядами посівних або сітчастих борін для розпушування й вирівнювання полів або проходженням передпосівного агрегату.

Горох є досить вимогливим до забезпеченості елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду [88].

На формування одного 1 ц зерна й відповідної кількості побічної продукції рослини гороху споживають близько 4,5–6,0 кг азоту, 1,7–2,0 кг фосфору, 3,5–4,0 кг калію, 2,5–3,0 кг кальцію, 0,8–1,3 кг магнію та мікроелементів, в основному молібдену і бору.

До системи удобрення культури належить внесення під попередник органічних добрив, перед проведенням оранки – внесення фосфорних і калійних мінеральних добрив дозами д.р. (Р 60-80 кг/га) та калійні (К 50-60 кг/га).

Розрахунок доз внесення елементів мінерального живлення слід проводити з урахуванням їх умісту у ґрунті, потреби рослин, та коефіцієнтів винокостання рослинами елементів із ґрунту і добрив [89, 97].

Підготовка насінневого матеріалу до сівби починається після збирання врожаю і складається із декількох етапів. На першому етапі проводять його очистку та просушування. Потім насіннєвий матеріал піддають протруюванню, обробці молібденовими, борними мікродобривами та мікробіологічними препаратами на основі бульбочкових бактерій.

Технологія комплексного застосування ризоторфіну з молібденовим і борним добривами полягає у розчиненні мікродобрив у водному розчині (5 л на 1 т насіння) з додаванням у нього необхідної порції Ризоторфіну і подальшою обробкою даною суспензією насіння, протруєного не пізніше як за два тижні до нітрагінізації [90].

Сівбу гороху розпочинають у ранньовесняний період під час досягання ґрунту, що надає можливість рослинам більш продуктивно використовувати осінньо-зимові запаси вологи в ґрунті. Період між проведенням передпосівного обробітку ґрунту і сівбою повинен бути мінімальним. Горох висівають звичайним рядковим способом із відстанню між рядками 15 см і нормами висіву від 0,8 до 1,6 млн схожих насінин на 1 га.

На легких за механічним складом ґрунтах для зернових сортів гороху оптимальною є норма схожих насінин на гектар 1 млн шт./га, а на важких — 1,2 млн. шт./га. Для різних акрокліматичних зон рекомендовано різні норми висіву гороху. Для Степової зони – 0,9-1,0 млн./га, Лісостепової зони – 1,0-1,2 млн./га, зони Полісся – 1,1-1,4 млн./га. За проведення досходових і післясходових боронувань площ, норма висіву збільшується на 10–15 % [91].

За умов недостатнього зволоження вологи проводиться післяпосівне коткування для підтягування капілярної вологи до поверхневого шару ґрунту. Для догляду за посівами обов'язково наявність технологічної колії, а інтервал проходу між ними залежатиме від робочої ширини захвату обприскувачів. Досходове боронування проводиться через чотири-сім днів після сівби, але не

пізніше як за три дні до появи сходів гороху. Проведення даного агротехнологічного прийому надає можливість знищити майже 80% бур'янів у фазі білої ниткочки [92].

Післясходове боронування проводиться у фазі трьох-п'яти листочків. За проведення даного агротехнологічного елемента 2 рази, перше проводять у фазі двох-трьох листочків, коли рослини досягнуть висоти 4–5 см. Друге проводять у фазі трьох-п'яти листків із висотою рослин 7–10 см.

Проведення одного досходового боронуванням і одного-двох післясходових надає можливість знищити близько 60–80% однорічних бур'янів, ліквідувати поверхневу кірку, добре розпушити ґрунт, зменшити витрати вологи.

Після з'єднання вусиків рослин на масиві поля боронування не проводиться [93].

Найбільший ефект у боротьбі з бур'янами досягається за поєднання агротехнічних і хімічних заходів боротьби. Основними гербіцидами, дозволеними для використання в Україні при вирощуванні гороху є Набоб, Півот, Селект 120, Фюзілад Форте 150 ЕС [94].

Догляд за посівами спрямований також і на боротьбу із хворобами та шкідниками. Дотримання чергування культур у сівозміні, вчасне проведення всіх агротехнологічних операцій надає можливість значно знизити ураженість рослин аскохітозом, борошнистою россою, іржею [95].

Із хімічних засобів боротьби можна використовувати протруювання насіння препаратами Максим XL 035 FS, бордоською рідиною.

Для боротьби з брухусом, застосовуються Карате (150 г/га на 200 л води), БІ-58 новий (0,9 л/га) або Фастак (0,1л/га) у фазі бутонізації і цвітіння, проти бульбочкових довгоносиків застосовується передпосівне протруювання насіння, за один-два дні до появи сходів гороху – хімічна обробка країв посівів (близько 50–100 м) та прилеглих ділянок багаторічних трав чи решток рослин Карате (200 г/га на 200 л води), БІ-58 новим (1 л/га) або Фастаком (0,1 л/га) [97].

Після сходів також проводиться обробка даними препаратами у тих же дозах. Для боротьби з гороховою плоджеркою ефективною є своєчасна глибока оранка

з'яву, проведення рінньої сівби, обробка ранніх сортів, знищення залишків урожаю в місцях обмолоту.

Збирання гороху проводиться шляхом прямого комбайнування за вологості зерна 16–18% із попередньою (за 7 днів до збирання) десикацією при використанні Реглону (2-3 л/га), що значно скорочує втрати врожаю. Обробку проводять на початку пожовтіння рослин, із забарвленням нижніх бобів у жовто-бурий колір. Очищене зерно відправляється на зберігання за вологості не більше 14–15%. На зелений корм горох зкошується у фазі цвітіння, а на силос і сінаж – фази до утворення бобів [96, 97].

## **РОЗДІЛ 4**

### **ВПЛИВ СОРТОВОГО СКЛАДУ, СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ, ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ**

#### **4.1. Вплив мінеральних добрив і мікробіологічного препарату на проростання насіння та початковий розвиток рослин гороху**

Основою формування високопродуктивних агрофітоценозів гороху є оптимізація їх оптичної щільності за рахунок рівномірного розподілу рослин на

одиниці площі та покращеної забезпеченості рослин вологою, елементами мінерального живлення та енергією сонячної радіації.

Рівномірність розподілу рослин на одиниці площі визначається енергією проростання насіння, його схожістю та силою росту. У свою чергу схожість насіння обумовлюється його якісними показниками, агротехнологічними прийомами підготовки його до сівби, строками і способами проведення сівби, поживним і гідротермічним режимом ґрунту. За низької польової схожості значно збільшується розрив між нормою висіву насіння і кількістю сформованих у посіві, рослин. Початковим етапом розвитку рослинного організму є проростання і поява сходів.

Прийнято вважати, що життєвий цикл рослин зернобобових культур розпочинається з формування зиготи, однак вікові періоди визначаються починаючи від початку проростання насіння. Зазвичай початковий період розвитку визначається, як стан проростку, у якого усі органи – корені, листки, стебло є зародковими, сформованими за рахунок органічних сполук материнського організму. Тип живлення проростків у цей час є гетеротрофним, тобто вони використовують для свого розвитку запасні поживні речовини з насіння. Процес проростання насіння відбувається за декількома послідовними, взаємопов'язаними і взаємозалежними фазами, а саме: за інтенсивного поглинання ґрунтової вологи насінням (пасивна фаза), прояв якої спостерігається за набухання та наклёвування насіння, та фаза проростання під час якої відбувається активація ростових процесів [98, 99].

Ключовим екзогенним чинником та пусковим фактором початку процесу проростання насіння є надходження до нього вологи та його набубнявіння. Даний процес відбувається за рахунок гідратації біоколоїдів, що спричиняє розвиток онкотичного тиску та розрив насінневих оболонок. Разом з тим відбувається посилення ферментативної діяльності та гідроліз запасних поживних речовини до більш простих легкокорозчинних сполук [100].

Проростання насіння розпочинається із наклёвування, що проявляється у появі зародкового корінця, який розриває насінневі оболонки, однак у цей час

активний поділ клітин не відбувається. З початку проростання ріст корінця є більш інтенсивним, ніж пагона. Корінець прориває насінневу оболочку, виходить назовні, заглиблюється у ґрунтове середовище і починає поглинати воду. Ріст стебла проростка відбувається незабаром і невдовзі воно виходить на поверхню ґрунту. За застосування бактеріальних препаратів відбувається комплементарне зв'язування поверхневих глікополімерів ризобій із ділянками корневих волосків рослини-хазяїна, формування симбіотичної системи та функціонування азотофіксуючого нітрогеназного комплексу [101].

Результати проведених нами досліджень вказують на стимулюючий вплив мікробіологічних препаратів на проростання насіння і початкові етапи розвитку рослин сортів гороху, що вивчалися (табл 4.1).

Таблиця 4.1

**Енергія проростання та лабораторна схожість насіння гороху залежно від сортових особливостей та застосування мікробіологічного препарату, середнє за 2020-2021 рр.**

Варіант	Енергія проростання, %	Схожість, %
Готівський		
Контроль	75	89
Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	82	94
Отаман		
Контроль	67	87
Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	75	96

Порівняно із контрольним варіантом за застосування Ризоактиву Бобові значення енергії проростання насіння та схожості збільшувалися у сорту Готівський на 7 і 5 %, у сорту Отаман – на 8 % і 9 %

Підвищення інтенсивності проростання насіння сприяло появі дружніх сходів та формуванню достатньої кількості рослин на одиниці площі. Здебільшого польова схожість насіння обумовлюється генетичними особливостями сорту та змінюється залежно від дії абіотичних, біотичних факторів навколишнього середовища та агротехнологічних прийомів вирощування.

Результати досліджень свідчать, що динаміка появи сходів над поверхнею ґрунту обумовлювалася як сортовими особливостями, так і застосуванням агротехнологічних прийомів. Схожість насіння сортів, що вивчалися, в цілому по досліді варіювала у межах від 82,4 до 87,6 %. У сорту Отаман вона була дещо вищою (на 2,0-3,7 %) порівняно із сортом Готівський (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Польова схожість насіння гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та мікродобрива, % (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорти	Варіанти застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива	Варіанти внесення мінеральних добрив	Польова схожість насіння, %
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	82,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	83,7
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	83,0
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	82,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	85,2
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	84,9
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	84,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	87,2
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	86,8
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	85,3
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	88,9
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	87,6

Відмічений позитивний вплив застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Бобові на динаміку появи сходів гороху над поверхнею ґрунту, на це вказує підвищення показників схожості насіння на 0,4-1,9 % у сорту Готівський, на 0,9-3,7 % - у сорту Отаман.

Суттєвіший позитивний вплив на динаміку появи сходів мало поєднання внесення мінеральних добрив і проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом. За проведення сівби інокульованого насіння на фонах внесення мінеральних добрив дозою діючої речовини N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> схожість насіння сорту Готівський підвищувалася порівняно із контролем на 2,5-2,8 %, на 0,9-3,7 % - у сорту Отаман.

сорту Отаман – на 3,2-4,5 %. Необхідно зазначити, що схожість насіння була вищою на варіантах повного мінерального удобрення.

### **3.2 Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на динаміку наростання вегетативної частини рослин сортів гороху**

Мінеральне живлення та наявність достатньої кількості доступної для рослин вологи є одними із визначальних факторів протікання ростових процесів вегетативних і репродуктивних органів. Зазвичай впродовж вегетаційного періоду висота рослин збільшується, однак за несприятливих умов ростові процеси гальмуються.

Наразі загальновідомо про існування прямої залежності між величиною урожаю, та розмірами вегетативної маси, адже за інтенсивного наростання надземної частини рослин збільшується їх фотосинтезуюча поверхня і відповідно рівень поглинутої фотосинтетично активної радіації зростає.

Результати досліджень показали, що впродовж вегетаційного періоду наростання надземної маси рослин та їх лінійні прирости були досить нерівномірними, що обумовлювалося інтенсивністю прояву генетично контрольованих фізіологічних процесів у рослинах під дією комплексу факторів навколишнього середовища.

На початкових етапах вегетації (до початку фази гілкування) інтенсивність наростання надземної частини та її лінійні прирости були незначними, що здебільшого обумовлювалося формуванням у початковий період розвитку кореневої системи. Від фази гілкування і до фази бутонізації темпи лінійних приростів рослин у висоту збільшувалися, а починаючи від фази цвітіння і до повної стиглості дещо зменшувалися (табл 4.3).

Таблиця 4.3

**Висота рослин гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, см (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорти			Фази росту і розвитку рослин
-------	--	--	------------------------------

	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива	гілкування	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	12,6	34,3	53,6	59,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,3	41,3	58,3	66,3
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,4	35,7	56,3	63,5
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	13,5	36,2	54,5	61,3
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,6	42,8	60,2	67,9
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,2	36,8	57,4	65,8
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	13,8	37,4	55,9	62,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	16,2	44,6	61,4	71,4
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,8	38,5	58,9	66,3
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	11,2	30,7	49,5	54,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,4	34,9	56,2	63,4
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,5	32,6	52,9	56,9
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	11,8	31,2	51,3	55,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,4	36,2	58,4	65,1
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,5	33,8	54,3	58,3
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	12,0	31,9	52,8	57,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	15,7	39,4	62,3	68,9
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	14,0	34,9	55,8	61,2

Інтенсивність наростання надземної частини рослин обумовлювалася їх сортовими особливостями та змінювалася залежно від забезпеченості рослин елементами мінерального живлення. За його покращання висота рослин збільшувалася. Найвищими вони були у варіантах поєднання допосівної інокуляції насіння і позакореневого підживлення рослин на фоні внесення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> і сягали висоти 71,4 см у сорту Готівський та 61,2 см – у сорту Отаман. За проведення даних агротехнологічних прийомів на фоні фосфорно-калійного удобрення інтенсивність середньодобових приростів рослин у висоту була дещо нижчою і відповідно висота рослин сорту Готівський зменшувалася на 5,1 см, сорту Отаман – на 7,7 см.

Слід зазначити, що у всіх варіантах застосування агротехнологічних приймів, що вивчалися висота рослин сорту Готівський була вищою порівняно із сортом Отаман.

#### **4.3. Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на фотосинтетичну продуктивність посівів гороху**

Важливим фактором збільшення зернової продуктивності агроценозів є підвищення темпів наростання асиміляційного апарату, подовження тривалості його активного функціонування та підвищення його фотосинтетичної діяльності.

Результати досліджень показали, що інтенсивність наростання асиміляційної поверхні рослин змінювалася впродовж вегетаційного періоду. На початкових етапах розвитку рослин темпи формування фотосинтетичного апарату були незначними.

Від гілкування процес наростання асиміляційної поверхні збільшувався, досягаючи максимуму у фазу формування бобів. У цей час залежно від агротехнологічний прийомів, що вивчалися, площа асиміляційної поверхні рослин сорту Готівський змінювалася у межах від 41,8 до 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га у рослин сорту Отаман – у межах від 39,4 до 46,0 тис. м<sup>2</sup>/га.

Від початку фази формування бобів її величина поступово зменшувалася до 32,8-38,1 тис. м<sup>2</sup>/га - у сорту Готівський, до 29,4-35,3 тис. м<sup>2</sup>/га - у сорту Отаман. Цей процес відбувався за рахунок висихання прилистників і вусів нижніх і середніх ярісів, органічні сполуки з яких реутилізувалася до насіння.

Інтенсивність наростання фотосинтезуючої поверхні та її величина значною мірою обумовлюється сортовими особливостями, а також рядом біотичних, абіотичних та антропогенних чинників, одним із яких було забезпечення рослин елементами мінерального живлення.

Результати досліджень показали, що проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) сприяло підвищенню інтенсивності наростання асиміляційного апарату. У варіантах застосування мікробіологічного препарату площа листової поверхні на час

максимального її розвитку збільшувалася у сорту Готівський на 1,6 тис. м<sup>2</sup>/га, у сорту Отаман - на 1,2 тис. м<sup>2</sup>/га (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Площа листкової поверхні гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, тис. м<sup>2</sup>/га (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорт	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фази росту і розвитку рослин				
			гілкування	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив зерна
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	10,3	26,8	39,5	41,8	32,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,6	31,6	42,9	46,0	36,5
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,2	27,8	40,1	44,3	33,7
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	10,8	27,2	39,9	42,3	33,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,2	32,8	44,3	46,3	37,2
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,9	28,9	42,3	44,8	34,2
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	10,7	28,4	39,8	43,9	33,9
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,9	34,3	44,8	46,5	38,1
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,4	30,2	42,5	45,3	35,4
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	8,5	23,3	35,6	39,4	29,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	11,6	28,4	40,5	45,2	33,3
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	9,4	26,2	38,2	41,8	32,0
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	9,0	23,9	36,2	40,5	30,6
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	12,4	29,2	41,3	45,9	34,0
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,3	26,9	39,0	42,4	32,8
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	9,2	25,1	37,4	41,3	31,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,0	30,8	42,4	46,0	35,3
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,8	28,0	39,9	43,6	33,1

На фонах внесення мінеральних добрив умови формування асиміляційного апарату рослин покращувалися, причому найбільш сприятливими вони були за повної забезпеченості рослин елементами мінерального живлення.

У цьому відношенні найбільш доцільним виявилось поєднання інокуляції насіння із позакореневим підживленням рослин та внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, що забезпечило формування асиміляційного апарату посівів

сорту Готівський розмірами 46,5 тис. м<sup>2</sup>/га, сорту Отаман – розмірами 46,0 тис. м<sup>2</sup>/га.

Рівень реалізації генетичного потенціалу сорту визначається не тільки величиною асиміляційної поверхні, а й тривалістю її ат активної фотосинтетичної діяльності, що визначає фотосинтетичний потенціал (ФП) посіву. Значення даного показника вказують на сумарну площу фотосинтезуючих елементів за весь вегетаційний період, відображають інтенсивність ростових процесів рослин та швидкість їх розвитку, формування асиміляційного апарату залежно від впливу екзогенних факторів.

Найвища продуктивність агроценозу забезпечується за умов найбільш інтенсивного наростання листкової поверхні та збереження її в активному стані найбільш тривалий період, що надає можливість рослинам поглинати максимальну кількість фотосинтетично активної радіації та використовувати її у процесі фотосинтезу.

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив агротехнологічних прийомів, що вивчалися на формування фотосинтетичного апарату та подовження тривалості його перебування у активному стані.

Проведення інокуляції насіння сприяло підвищенню фотосинтетичного потенціалу посівів гороху сорту Готівський на 0,14 млн м<sup>2</sup>×діб/га, сорту Отаман – на 0,06 млн м<sup>2</sup>×діб/га щодо контролю, а за комплексного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива фотосинтетична потужність посівів зростала у сорту Готівський до 2,11 млн м<sup>2</sup>×діб/га, сорту Отаман – до 2,01 млн м<sup>2</sup>×діб/га за значень даного показника на контрольному варіанті 1,95 і 1,86 млн м<sup>2</sup>×діб/га відповідно до кожного сорту.

Найбільш сприятливі умови формування фотосинтезуючої поверхні та подовжений період її активного функціонування створювалися за поєднання інокуляції насіння та позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування на фоні внесення N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Величина фотосинтетичного потенціалу у даному варіанті сягала значень у сорту Готівський – 2,48 млн м<sup>2</sup>×діб/га, сорту Отаман – 2,32 млн м<sup>2</sup>×діб/га (табл 4. 5).

Таблиця 4.5

**Фотосинтетична продуктивність посівів гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорт	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фотосинтетичний потенціал посівів (цвітіння-формування бобів), млн м <sup>2</sup> ×діб/га	Чиста продуктивність фотосинтезу (цвітіння-формування бобів), г/м <sup>2</sup> за добу	Маса рослин у абсолютно сухому стані (формування бобів), т/га
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	1,95	1,29	1,53
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,39	1,39	1,89
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,13	1,48	1,71
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	2,09	1,32	1,61
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,45	1,53	1,94
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,22	1,43	1,75
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	2,11	1,35	1,67
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,48	1,58	1,96
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,34	1,45	1,83
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	1,86	1,23	1,44
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,24	1,45	1,63
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,09	1,34	1,93
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	1,92	1,27	1,48
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,28	1,46	1,72
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,12	1,37	1,98
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	2,01	1,32	1,56
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,32	1,52	1,86
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,19	1,42	1,99

Результатом процесу фотосинтезу є створення органічної речовини, що у відсотковому відношенні становить близько 95 % від усієї рослинної органічної біомаси, синтезованої у процесі життєдіяльності рослинного організму.

Динаміку накопичення органічної біомаси рослин визначає чиста продуктивність фотосинтезу, що виражає кількість створеної сухої речовини одиницею асиміляційної поверхні за певний інтервал часу. Вона виражає

інтенсивність поетапних змін росту рослин впродовж вегетаційного періоду та змінюється залежно від умов вирощування.

У проведених дослідженнях відмічена позитивна дія застосування мікробіологічного препарату, макро- і мікроелементів на інтенсивність створення рослинами органічної біомаси.

За проведення інокуляції насіння величина чистої продуктивності посівів гороху сорту Готівський підвищувалася щодо контролю на 0,03 г/м<sup>2</sup> за добу, сорту Отаман – на 0,04 г/м<sup>2</sup> за добу.

За її поєднання із позакореневим підживленням рослин, чиста продуктивність фотосинтетичної роботи одиниці листкової поверхні перевищувала контрольний варіант у сорту Готівський на 0,06 г/м<sup>2</sup> за добу, у сорту Отаман – на 0,09 на г/м<sup>2</sup> за добу.

У варіантах із застосуванням мінеральних добрив чиста продуктивність фотосинтетичної роботи посівів за 1 добу сорту Готівський становила 1,43-1,53 г/м<sup>2</sup>, сорту Отаман – 1,37-1,46 г/м<sup>2</sup>.

Найбільш сприятливі умови протікання даного процесу створювалися за комплексного застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Бобові та проведення позакореневого підживлення мікродобривом Еколайн Бобовий на фоні внесення мінеральних добрив N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. У даному варіанті величина чистої продуктивності фотосинтетичної роботи 1 м<sup>2</sup> листкової поверхні була на рівні 1,58 г за 1 добу у сорту Готівський, 1,52 г за 1 добу – у сорту Отаман.

За сумісного застосування препаратів, що вивчалися на фосфорно-калійному фоні мінерального удобрення, чиста продуктивність фотосинтезу зменшувалася до 1,45 г за 1 добу у сорту Готівський, 1,42 г за 1 добу – у сорту Отаман.

У ході проведення досліджень визначена певна закономірність накопичення рослинами абсолютно сухої речовини. На початкових етапах розвитку інтенсивність наростання органічної сухої біомаси рослин була незначною. У цей період органічні сполуки використовувалися на формування кореневої системи.

Від початку бутонізації темпи накопичення органічної сухої біомаси рослин збільшувалися, досягаючи максимальних показників у фазі формування бобів. У цей час було відмічено гальмування ростових процесів листково-стеблової маси за рахунок зменшення використання пластичних речовин на їх формування, натомість збільшувалася інтенсивність надходження пластичних речовин до бобів і зерна, що формувалося.

Темпи накопичення абсолютно сухої речовини рослинами гороху здебільшого визначалися агротехнологічними прийомами, що вивчалися. Значної різниці у накопиченні органічної сухої біомаси по сортах не спостерігалось.

Інтенсивність наростання органічної речовини була найвищою у варіантах поєднання інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий на фоні внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . У цьому варіанті маса рослин збільшувалася порівняно з контролем на 0,43 т/га у сорту Готівський, на 0,42 т/га – у сорту Отаман.

#### **4.4. Формування симбіотичного апарату сортів гороху залежно від системи удобрення та мікробіологічного препарату**

Горох, як зернобобова культура має унікальну біологічну здатність фіксувати молекулярний азот повітря та використовувати продукти азотфікасації у процесі свого росту і розвитку. Потужний розвиток симбіотичного апарату у ризосфері кореневої системи рослин обумовлюється не тільки ефективною взаємодією генотипів рослини-господаря та симбіотрофних мікроорганізмів, що відбувається за певних умов, а й впливом елементів технології вирощування, пов'язаних із покращанням поживного режиму.

Експериментальні дані показали, що на початку вегетаційного періоду розміри симбіотичного апарату гороху були незначними, оскільки на початкових етапах онтогенезу відбувається формування кореневої системи та фотосинтезуючого апарату рослин (табл. 4.6).

**Розвиток симбіотичного рослин гороху залежно від сортових особливостей,  
застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення,  
(середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорт	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фази росту і розвитку рослин					
			Бутонізація		Цвітіння		Формування бобів	
			Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	20,4	0,112	32,3	0,144	18,6	0,102
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	21,3	0,110	32,9	0,148	19,5	0,105
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	25,8	0,122	34,7	0,160	21,8	0,113
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	23,7	0,118	35,4	0,152	21,3	0,118
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	23,1	0,110	35,7	0,158	22,0	0,121
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	28,6	0,125	40,1	0,172	24,5	0,132
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	23,6	0,113	36,8	0,164	22,4	0,123
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	24,8	0,116	37,2	0,165	22,8	0,125
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	30,2	0,132	41,3	0,183	25,3	0,144
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	18,2	0,108	31,6	0,138	20,4	0,095
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	19,0	0,112	31,5	0,137	21,0	0,102
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	24,3	0,119	33,2	0,149	22,4	0,115
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	19,5	0,117	32,3	0,143	21,3	0,104
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	20,3	0,119	32,7	0,148	21,7	0,108
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	26,8	0,128	34,2	0,153	23,5	0,122
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	21,8	0,118	34,8	0,149	22,8	0,112
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	21,5	0,133	35,0	0,152	23,1	0,117
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	28,9	0,148	36,4	0,164	24,9	0,134

Величина симбіотичного апарату збільшувалася до фази бутонізації і максимальних розмірів досягали на час цвітіння. Надалі, від початку фази формування бобів, внаслідок перерозподілу надходження більшої частини асимілятів до насіння, кількість і маса бульбочок на коренях рослин зменшувалися.

Відмічений позитивний вплив проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі бульбочкових бактерій Ризоактив Бобові на процес формування симбіотичного апарату сортів гороху. Кількість і маса бульбочок, сформованих на коренях рослин у варіанті його застосування

збільшувалися порівняно з контролем у сорту Готівський на 3,1 шт та 0,008 г відповідно, у сорту Отаман – на 0,7 шт та 0,005 г відповідно.

За комплексного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива розміри симбіотичного апарату рослин були найбільшими. У даному варіанті у фазі цвітіння на рослинах формувалося у ризосфері сорту Готівський 36,8 бульбочок масою 0,164 г, сорту Отаман – 34,8 шт, масою 0,149 г відповідно.

Значний вплив на розвиток симбіотичного апарату гороху мало внесення мінеральних добрив. Найбільш сприятливі умови для формування бульбочок створювалися у варіантах внесення фосфорно калійних добрив. Максимальні розміри симбіотичного апарату гороху були відмічені за поєднання допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом та проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом на фоні внесення  $P_{70}K_{70}$ . У даному варіанті величина показників кількості та маси бульбочок збільшувалася у ризосфері сорту Готівський – до 41,3 шт 0,183 г, сорту Отаман – до 35,0 шт і 0,152 г відповідно. Внесення мінерального азоту мало негативний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз.

#### **4.4. Вплив системи удобрення та мікробіологічного препарату на насіннєву продуктивність сортів гороху.**

Індивідуальна продуктивність рослин є відображенням впливу екзогенних факторів навколишнього середовища на ступінь реалізації генетичного потенціалу сорту і певною мірою надає можливість своєчасно впливати на формування врожаю зерна.

Одним із факторів, що визначає структуру елементів урожаю рослин гороху є забезпеченість елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду, при цьому сорти інтенсивного типу є більш вимогливими

до умов живлення і лише за оптимального збалансованого забезпечення поживними речовинами формують високу зернову продуктивність [102].

Результати наших досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив, застосування мікробіологічного препарату і мікродобрив мало позитивний вплив на основні елементи структури урожаю сої, а саме, на кількість бобів, сформованих на одній рослині та насінин у них, кількість насінин із рослини, масу 1000 насінин (табл. 4.7).

Умови формування індивідуальної продуктивності рослин гороху були найбільш сприятливими за поєднання інокуляції насінневого матеріалу мікробіологічним препаратом Ризоактив бобові та проведення позакореневого підживлення рослин у жазі гілкування мікродобривом Еколайн Бобовий на фоні мінерального удобрення  $N_{30}P_{60}K_{60}$ .

У даному варіанті на рослинах сорту Готівський формувалося в середньому 4,3 боби із середньою кількістю зерен у них 6,8 шт, що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 29,3 шт. Кількість бобів і зерен у них на рослинах сорту Отаман становила відповідно 4,4 шт і 6,8 шт із загальною кількістю зерна на рослинах 29,9 шт.

Разом з тим за застосування даних агротехнологічних прийомів відмічено посилення надходження органічних сполук до насіння у ході його формування і досягання. На це вказує підвищення значень маси 1000 зерен до 281,6 г у сорту Готівський, до – 269,8 г у сорту Отаман.

Таблиця 4.7

**Індивідуальна продуктивність рослин гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорт	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Кількість бобів на 1 рослині, шт	Кількість насінин у 1 бобу, шт	Кількість насінин з рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	4,1	6,5	26,6	268,3
		$N_{30}P_{60}K_{60}$	4,2	6,6	27,7	279,6
		$P_{60}K_{60}$	4,2	6,5	27,3	276,2
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	4,2	6,5	27,3	273,2
		$N_{30}P_{60}K_{60}$	4,3	6,8	29,3	280,4
		$P_{60}K_{60}$	4,2	6,6	27,7	277,4

	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	4,2	6,5	27,3	275,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,3	6,8	29,3	281,6
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,2	6,7	28,1	278,5
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	4,2	6,3	26,5	250,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,3	6,6	28,4	265,4
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,3	6,4	27,5	259,2
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	4,3	6,3	27,1	252,3
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,4	6,6	29,0	268,3
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,3	6,5	27,9	260,8
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	4,3	6,4	27,5	257,6
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,4	6,8	29,9	269,8
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,3	6,5	27,9	262,3

Величина структурних елементів індивідуальної продуктивності рослин та їх кількість на одиниці площі визначили рівень урожайності посівів. Відповідно, її значення були в цілому по досліді найвищими за поєданого застосування мінеральних добрив дозою діючої речовини N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, мікробіологічного препарату і мікродобрива і становили у сорту Готівський – 3,72 т/га, у сорту Отаман – 3,47 т/га (табл 4.8).

За роздільного застосування елементів технології, що вивчалися зернова продуктивність посівів гороху була нижчою.

Таблиця 4.8

**Насіннєва продуктивність гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, т/га (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорти	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Урожайність зерна, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
			2020	2021	
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	2,35	3,23	2,79
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,92	3,83	3,38
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,84	3,59	3,22
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	2,56	3,36	2,96
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,27	3,89	3,58

		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,89	3,67	3,28
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	2,58	3,50	3,04
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,49	3,95	3,72
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,02	3,74	3,38
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	2,23	3,08	2,66
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,73	3,54	3,14
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,45	3,28	2,87
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	2,35	3,19	2,77
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,86	3,62	3,24
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,58	3,37	2,98
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	2,46	3,22	2,84
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,25	3,69	3,47
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,07	3,45	3,26

У варіантах внесення мінеральних добрив N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> та P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> насіннева продуктивність посівів гороху сорту Готівський збільшувалася щодо контролю на 0,59 і 0,43 т/га, сорту Отаман - на 0,48 і 0,21 т/га відповідно.

За проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом прибавка врожаю зерна гороху сорту Готівський становила 0,17 т/га, сорту Отаман – 0,11 т/га.

За поєднання допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові та позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий насіннева продуктивність посівів збільшувалася щодо контролю на 0,25 т/га у сорту Готівський, на 0,18 т/га – у сорту Отаман.

## РОЗДІЛ 5

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Удосконалення агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур та впровадження нових елементів технології повинна бути економічно обґрунтованою і вигідною.

Розрахунок економічної ефективності вирощування гороху, на основі оптимізації системи удобрення посівів за рахунок внесення мінеральних добрив, проведення позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн

Бобовий та застосування мікробіологічного препарату Ризоактив бобові проводили на основі вартості матеріальних ресурсів (технологічних прийомів, насіння, пестицидів, добрив і пального) та виконаних робіт станом на 2021 рік.

На основі проведених розрахунків визначено, що агротехнологічні прийоми, які вивчалися мали безпосередній вплив на величину економічної ефективності вирощування гороху.

У середньому за роки проведення досліджень у цілому подосліді рівень загальних виробничих витрат становив у процесі вирощування сорту Готівський 20453-22958 грн./га, сорту Отаман – 19524-23135 грн./га, збільшуючись за рахунок застосування мінеральних добрив. Собівартість виробництва 1 т насінневої продукції сорту Готівський складала 6163-7653 грн./т, сорту Отаман – 6327-7357 грн./т і обумовлювалася рівнем зернової продуктивності посівів.

Розрахунки економічної ефективності вирощування гороху показали, що найбільш доцільним виявилось поєднання допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) і позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/га) на фоні внесення P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, де рентабельність виробництва насінневого матеріалу сорту Готівський становила 73,8 %, сорту Отаман – 69,1 % (табл 5.1).

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування гороху залежно від сортових особливостей, застосування мікробіологічного препарату та системи удобрення, (середнє за 2020-2021 рр.)**

Сорти	Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
Готівський	Без допосівної обробки насіння	-	29853	21352	8501	7653	39,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	36166	22324	13842	6605	62,0
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	34454	20456	13998	6353	68,4
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	31672	22386	9286	7563	41,5
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	38306	23125	15181	6459	65,6
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	35096	20453	14643	6236	71,6
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) +	-	32528	21652	10876	7122	50,2
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	39804	22928	16876	6163	73,6
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	36166	20904	15262	6185	73,8

	Еколайн Бобовий (2,0 л/га)						
Отаман	Без допосівної обробки насіння	-	28462	19569	8893	7357	45,4
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	33598	22125	11473	7046	51,9
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	30709	19893	10816	6931	54,4
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т)	-	29639	19632	10007	7087	51,0
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	34668	22232	12436	6862	55,9
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	31886	20524	11362	6887	55,4
	Ризоактив Бобові (2,0 л/т) + Еколайн Бобовий (2,0 л/га)	-	30388	19884	10504	7001	52,8
		N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	37129	23135	13994	6667	60,5
		P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	34882	20626	14256	6327	69,1

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Вагомим завданням агропромислового комплексу України є підвищення рівня виробництва сільськогосподарської продукції, зростання темпів розвитку землеробства та прерорієнтація його на високорозвинений сектор економіки. Вагомим фактором вирішення даного питання є кваліфіковане застосування засобів хімізації, серед яких мінеральні добрива і хімічні меліоранти відіграють ключову роль [102, 103].

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва продукції рослинництва за впровадження новітніх аграрних технологій є неможливою без застосування мінеральних добрив. Практика їх використання набуває постійного розширення та вдосконалення. Разом із внесенням мінеральних добрив постійно збільшуються обсяги використання органічних добрив і меліорантів.

Негативною стороною застосування мінеральних добрив при певних умовах може бути причиною погіршення екологічного стану ґрунтів, санітарно-гігієнічних показників якості сільськогосподарської продукції, забруднення природних вод біогенними і токсичними елементами.

Забруднення навколишнього середовища елементами, що потрапляють у природне середовище відбувається внаслідок недосконалості технологічних процесів пов'язаних із транспортуванням, зберіганням та змішуванням добрив, порушенням агрономічної технології їх внесення, недосконалістю хімічного складу добрив, їх хімічних, фізичних та механічних властивостей, що призводить до змін складових частин та властивостей літосфери, гідросфери, атмосфери, флори і фауни [104].

Застосування мінеральних добрив у агротехнологічному процесі вирощування сільськогосподарських культур може мати пряму або опосередковану дію і таким чином спричиняти погіршення складу і стану не тільки ґрунтової системи, а й інших складових частин агроєкосистеми.

Критерії агроєкологічної оцінки впливу застосування мінеральних добрив базуються на проведенні всебічної оцінки їх впливу на стан агроєкосистеми та здоров'я людини. Вони враховують багатогранність дії та взаємодії хімічних сполук на окремі елементи, блоки, зв'язки між ними у динамічній багатопараметричній системі «хімічні речовини – природне середовище – людина». Основні характеристики, за якими базуються висновки проведеної агроєкологічної оцінки, є кількість та рухомість речовини у навколишньому середовищі (міграція) та її вплив на біологічні об'єкти [105].

Мінеральні добрива, як обов'язковий елемент сучасних агротехнологій, не мають яскраво виражених токсичних властивостей, але до складу багатьох їх видів входять компоненти (важкі метали, радіоактивні елементи, фтор та ін.), яким притаманна здатність до кумуляції та біоконцентрації, що викликає віддалені токсичні ефекти як відносно ґрунтової біоти, рослин, тварин, так і здоров'я людини.

Їх суттєвим недоліком є наявність і їх складі супутніх баластних хімічних елементів (фтору, хлору, натрію), а також токсичних важких металів (кадмію, нікелю, свинцю тощо), деякі з яких у невеликих кількостях можуть мати позитивну дію на процеси росту і розвитку рослин.

За систематичного внесення підвищених, необґрунтованих доз мінеральних добрив баластні елементи накопичуються у шарі ґрунту в значних кількостях, та негативно позначаються на його властивостях і родючості, величині врожаю та його якісних показниках. Окрім того вони мігрують у ґрунтові води, підвищучи тим самим концентрацію солей у них [106, 107]. Найбільш ймовірним шляхом потрапляння токсичних елементів до складу мінеральних добрив є використання забрудненої сировини у технологічному процесі їх виробництва.

У зв'язку з підвищеною актуальністю проблеми захисту навколишнього середовища в Україні в останні роки почали створюватись спеціальні національні і міжнародні органи управління і контролю, на які покладено обов'язки щодо забезпечення екологічної безпеки регіону, держави, всього світового суспільства.

Основними завданнями екологічної експертизи є:

- 1) визначення ступеня екологічного ризику і безпеки запланованої чи здійснюваної діяльності;
- 2) організація комплексної, науково обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- 3) встановлення відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства;
- 4) оцінка впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, і якість природних ресурсів;
- 5) оцінка ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища;
- 6) підготовка об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Екологічна експертиза технологій вирощування гороху в ДП ДГ „Степне” показала, що необхідна розробка прийомів обмеження та раціонального і більш безпечного використання мінеральних добрив. До таких прийомів належать:

- розробка гігієнічних нормативів, санітарних норм і правил;
- екологічна оцінка регламентів застосування пестицидів і мінеральних добрив;
- застосування добрив лише в збалансованих поєднаннях;
- удосконалення технології внесення мінеральних добрив, шляхом зменшення нерівномірності розсіювання добрив;
- для зменшення забруднення місцевих річок поверхневими стоками з полів пропонується скорочення строків зберігання добрив на полях, спорудження спеціальних майданчиків для тимчасового зберігання мінеральних добрив в польових умовах, заборона внесення добрив по сніговому покриву, створення лісосмуг, що затримують поверхневий стік з полів;
- суворе дотримання правил транспортування і зберігання пестицидів та їх утилізації в разі закінчення терміну зберігання;
- для зменшення втрати мінеральних добрив - забезпечення належних умови їх зберігання у відповідних приміщеннях.

## **РОЗДІЛ 7**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Відповідно до “Типового положення про службу охорони праці” і Закону України “Про охорону праці” (ст. 15) відповідальність за організацію та стан охорони праці в ДПДГ «Степне» Полтавського району, Полтавської області несе директор господарства. У своїй діяльності по охороні праці він керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями вищих органів, типовими правилами пожежної безпеки.

Відповідальним за охорону праці на даному підприємстві є інженер з охорони праці. Керівники і спеціалісти господарства несуть відповідальність за стан охорони праці в межах своїх підрозділів і галузей.

Усі роботи, пов'язані з використанням агрохімікатів, до яких безпосередньо належать мінеральні добрива необхідно виконувати під керівництвом спеціаліста із охорони праці. Відповідальність за охорону праці покладають на керівників господарств.

Щороку перед початком робіт усі задіяні у них працівники, повинні пройти навчання та інструктаж з питань охорони праці та обов'язковий медичний огляд.

Особи, відповідальні за транспортування, зберігання та застосування агрохімікатів, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із зазначеними засобами. До виконання робіт працівники залучаються за належно оформленим нарядом чи розпорядженням.

Не допускаються до таких робіт особи:

- віком молодше 18 років;
- вагітні й жінки годувальниці;
- особи з різними хронічними захворюваннями, які мають медичні протипоказання.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим.

Кожен працівник повинен мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигаз, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо) на весь період робіт.

Вибір засобів індивідуального захисту потрібно здійснювати з урахування властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці та особистих даних працівника. Захисні засоби необхідно зберігати в спеціально відведених приміщеннях в окремих персональних шафах.

Працівники повинні суворо дотримуватись вимог безпеки під час таких операцій:

- зберігання і видача мінеральних добрив;
- навантажувально-розвантажувальні роботи і транспортування мінеральних добрив до місця внесення;
- проведення операцій внесення мінеральних добрив;

Керівник робіт повинен:

- ознайомити працівників з характеристикою агрохімікатів, особливостями їх впливу на організм людини і навколишнє середовище, заходами безпеки, правилами охорони та гігієни праці;
- провести інструктаж з охорони праці;
- ознайомити працівників з правилами надання домедичної допомоги;

## ВИСНОВКИ

1. Проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив бобові (2,0 л/т) (на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *Pisum*) на фонах внесення мінеральних добрив має стимулюючий ефект на початковий розвиток рослин гороху посівного та осворення оптимальної структури посівів гороху сортів Готівський і Отаман.

2. Найбільш сприятливі умови для формування симбіотичного апарату гороху сортів Готівський і Отаман створюються за поєднання допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) (на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* *bv.* *Pisum*) і позакореневого підживлення рослин мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/т) на фоні внесення P<sub>70</sub>K<sub>70</sub>.

2. Поєднання внесення мінеральних добрив із інокуляцією насіння мікробіологічним препаратом на основі мікроорганізмів-азотфіксаторів Ризоактив Бобові (2,0 л/т) та позакореневого підживлення рослин у фазі гілкування мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/га) сприяє підвищенню інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту, формуванню потужної надземної частини та розвиненої асиміляційної поверхні, підвищує продуктивність її фотосинтетичної роботи.

3. Формування потужного асиміляційного апарату, подовження тривалості і продуктивності його фотосинтетичної роботи сприяє збільшенню кількості синтезованої рослинами органічної речовини, а внаслідок її перерозподілу у генеративний період індивідуальна продуктивність рослин підвищується.

4. Поєднання допосівної інокуляції насіння комплексом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) із позакореневим підживленням рослин мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/т) сприяє підвищенню насінневої продуктивності гороху посівного сорту Готівський до 3,72 т/га та отриманню рентабельності виробництва насінневого матеріалу на рівні 73,6 % за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та до 3,38 т/га із рентабельністю виробництва насінневого матеріалу на рівні 73,8 % за внесення  $P_{60}K_{60}$ .

Поєднання даних агротехнологічних операції у технології виробництва надає можливість збільшити насінневу продуктивність посівів гороху сорту Отаман до 3,47 т/га із рентабельністю виробництва насінневого матеріалу на рівні 60,5 % за внесення  $N_{30}P_{60}K_{60}$  та до 3,26 т/га із рентабельністю виробництва насінневого матеріалу на рівні 69,1 % за внесення  $P_{60}K_{60}$ .

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

У агротехнологічному процесі вирощування сортів гороху Готівський і Отаман для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності їх посівів найбільш доцільним та економічно виправданим є поєднання інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Бобові (2,0 л/т) та позакореневого підживлення рослин у фазу гілкування мікродобривом Еколайн Бобовий (2,0 л/га) на фоні внесення  $P_{60}K_{60}$ .

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). Київ, 2001. 63 с.
2. Forman R., Lodron M. Landscape Ecology. New York, 1986. 619 p.
3. Капінос М.В. Продуктивність і якість зерна гороху посівного за умов використання регуляторів росту рослин. Фізіолого-біохімічні і технологічні аспекти охорони навколишнього середовища: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Мелітополь: тези доповідей. Мелітополь, 2013. С. 57–58.
4. Лымарь А. О. Экологические основы систем орошаемого земледелия. Киев: Аграрна наука, 1997. 398 с.
5. Кіндрук М. О., Соколов В. М., Вишневський В. В. Насінництво з основами насіннезнавства. Київ : Аграрна наука, 2012. С. 99–102.
6. Гончар Л.М., Пилипенко В.С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. Науковий вісник

Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. Випуск 269. С. 46-57.

7. Гончаров С.В., Титаренко А.В., Коробова Н.А. Некоторые аспекты селекционных программ по гороху посевному. *Зерновое хозяйство России*. 2015. №3. С. 24-33.

8. Камінський В.Ф. Комплексна дія факторів інтенсифікації на врожайність гороху. *Вісник аграрної науки*. 2006. №8. С. 28-32.

9. Мазуркевич Л.І., Грищенко О.В. Формування урожаю гороху та пшениці ярої при тривалому застосуванні добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: збірник наукових праць*. Київ. ФОП Корзун Д.Ю. 2013. Випуск 17. Том 2. С. 60-63.

10. Коблай С. В. Накопичення надземної біомаси та адаптивність до умов степової зони різних за морфо типом сортів гороху. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2009. Вип. 14(54). С.143-150.

11. Mishra N. Growth and yield response of pea (*Pisum sativum* L.) to integrated nutrient management a review. *Journal of plant and pest science*. 2014. 1(2). 87- 95.

12. Черенков А.В., Шевченко М.С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2017. №1. С. 13-18.

13. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (витяг станом на 15.04.2011 р) Київ. Алефа. 2011. С.79-81.

14. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. Київ. Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2017. 392 с. 68. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. Київ. 447 с.

15. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol.2. P. 199-221.

16. Сухова Г. І. Продуктивність гороху залежно від сортових особливостей в умовах Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. №7. С. 88-94.

17. Січкач В.І., Хухласв І.І., Лаврова Г.Д. [та ін.]. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2012. Вип. 20 (60). С.110-125.
18. Соколов В. М., Січкач В. І. Стан науково-дослідних робіт із селекції зернобобових культур в Україні. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2010. Вип. 15 (55). С. 6-13.
19. Грищук П.І. Вплив щільності агроценозу гороху посівного на його зернову продуктивність. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №2. С.48-51.
20. Зуза В. Горох без бур'янів. Farmer. 2016. Березень. С. 100–102.
21. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення погоднокліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип.53. С. 38-43.
22. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. [та ін.] Каталог сортів і гібридів польових культур Інституту рослинництва ім В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 77 с.
23. Козев В.І. Оцінки генетичної мінливості та спадковості у генотипів гороху в посівах під зиму. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва Селекція і насінництво. Харків. 2015. №108. С.106-115.
24. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на продуктивність гороху. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. Київ. Нора-принт. 1999. Вип. 1-2. С. 31- 34.
25. Чинчик О.С. Вплив системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту на формування структури рослин сортів гороху. Корми і кормовиробництво. 2013. Випуск 77. С. 123-127.
26. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. За редакцією В.І. Лопушняка. Львів. Простір-М. 2018. 488 с.

27. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекологічне та екологічне обґрунтування живлення сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2009. 125 с.
28. Коць С.Я., Петриченко В.Ф. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. Вісник аграрної науки. 2015. №3. С.57-66.
29. Митанова Н.Б., Глянько А.К., Васильева Г.Г. Влияние азотных соединений на адгезию и проникновение клубеньковых бактерий в ткани корней и ростэтиолированных проростков гороха. Агрохимия. 2006. № 10. С. 52-55.
30. Патыка В.Ф., Толкачев Н.З., Бутвина О.Ю. Основные направления оптимизации симбиотической азотфиксации в современной земледелии Украины. Физиология и биохимия культурных растений. 2005. №5. С. 284-293.
31. Новикова Н.Е., Зотиков В.И. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Вестник ОрелГАУ. 2011. №2. С. 5-8.
32. Телекало Н.В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2015. 20 с.
33. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. Agronomy. 2012. Vol.2. P. 199-221.
34. Negi S., Sing R., Dwivedi O. Effect of biofertilizers, nutrient sources and lime on growth and yield of garden pea. Legume research. 2006. 29 (4). 282-285.
35. Andrzejewska J. Agrotechniczne uwarunkowania plonowania i brodawkowania zrozniczowanych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Bydgoszcz. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej. 2002. 96 s.
36. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.-довід. посіб. Львів. Простір-М. 2018. 488 с.

37. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.
38. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.
39. Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. Пропозиція. 2016. №11. С. 66-72.
40. Шевчук М.Й., Веремеєнко С.І., Агрохімія. Рівне. НЦВГП. 2011. 728 с.
41. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекологічне та екологічне обґрунтування живлення сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2009. 125 с.
42. Попов, Г.Н., Егоров Б.В. Микроудобрения на орошаемых землях. М.: Россельхозиздат, 1987. 48 с.
43. Маслова, Н.Ф. Влияние борных удобрений на урожай и качество сои. Селекция, семеноводство и технология возделывания с.-х. культур в Приморье: сб. науч. тр., ВАСХНИЛ СО Примор. НИИСХ. Новосибирск, 1990. С. 49-55.
44. Кадыров С.В. Федотов В.А. Соя в Центральном Черноземье. Воронеж: ВГАУ, 1998. 151с.
45. Ковшик, И.Г. Русанов В.В. Применение удобрений под сою. Масличные культуры. 1987. № 5. С. 1.
46. Цыганов, А.Р. Вильдфлуш О.И. Эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха. Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2004. № 3. С. 28-31.
47. Федюшкин, Б.Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами: Технологии и применение. Л., 1989. 272 с.
48. Двораковский, М.С. Экология растений. М.: Высшая школа, 1983. 190 с.
49. Черкавский, О.Ф. Микроэлементы в окружающей среде. Киев: Наукова думка, 1980. С. 18.

50. Проворов Н. А., Симаров Б. В. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями. Генетика. 1992. Т. 28. №6. С. 5–14.
51. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных препаратов при выращивании бобовых культур в Крыму. Земледелие. 2015. №2. С. 31–33.
52. Шерстобоева О. В., Чайковська В. В., Чабанюк Я. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. Мікробіологія і біотехнологія. 2007. №1. С. 75–81.
53. Kirilenko L., Kalinichenko A., Patyka V. Influence plant pathogenic bacteria and fungi on the efficiency of the symbiotic system *Rhizobium galegae* – *Galega orientalis* L. Wybrane zagadnienia Rolnictwa i ekologii: [monografia]. Opole. 2016. P. 51–64.
54. Kao C. M., Li S. H., Chen Y. L., Chen S. S. Utilization of the metalcyano complex tetracyanonickelate by *Azotobacter vinelandii*. Lett. Appl. Microbiol. 2005. V. 41. №2. P. 216–220.
55. Мусієнко М. М., Капінос М. В. Фізіолого-біохімічні реакції в насінні та рослинах гороху посівного (*Pisum sativum* L.) на початкових етапах 165 онтогенезу за дії біопрепаратів і регуляторів росту рослин. Вісник аграрної науки. 2018. №7(784). С. 11–17.
56. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных препаратов при выращивании бобовых культур в Крыму. Земледелие. 2015. №2. С. 31–33.
57. Шерстобоева О. В., Чайковська В. В., Чабанюк Я. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. Мікробіологія і біотехнологія. 2007. №1. С. 75–81.
58. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. [та ін.]. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія. Київ. Аграрна наука. 2006. 312 с.
59. Туріна Е. Л., Дідович С. В., Кулініч Р. А., Дідович О. М. Вплив мікробних прапаратів на мікробіологічні процеси в ризосфері і продуктивність

зернобобових культур. Збірник наукових праць подільського державного аграрно-технічного університету. 2015. Вип. 23. С. 126–134.

60. Sarig S., Blum A., Okon Y. Improvement of the water status and yield of fieldgrown grain sorghum (*Sorghum bicolor*) by inoculation with *Azospirillum brasilense* J. Agric. Sci. 1988. №110. P. 271–277.

61. Волкогон В. В., Луценко Н. В., Дімова С. Б. та ін. Особливості фосфорного живлення гречки при застосуванні бактеризації та рістстимулятора залежно від агрофону. Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: наук. доп. Міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів, 2004 р.). Чернігів. 2004. С. 20–29.

62. Сальник В. П., Волкогон В. В., Мальцева Н. М., Мамчур О. Я. Вплив інокуляції та стимулятора росту триман-1 на активність азотфіксації, розвиток та формування симбіозу люцерни з бульбочковими бактеріями. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. Т. 33. №6. С. 529–534.

63. Господаренко Г. Особливості удобрення зернобобових. The Ukrainian Farmer. 2013. №2. С. 66–68.

64. Калюжна Ю. І. Вплив мікробіологічного препарату у поєднанні з біостимулятором росту на розвиток і врожайність рослин сої. Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах. Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 61–62.

65. Вавилов П. П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. Москва: Россельхозиздат, 1983. 256 с.

66. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

67. Моргун Ф. Т., Шикуча Н. К., Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие, 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Урожай, 1988. 256 с.

68. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference. 2002. P. 185–188.

69. Molenaar J. G. The impact of agrohydrological management on water, nutrients, and fertilizers in the environment of the Netherlands. *Ecological studies*. 1990. P. 275–304.
70. Ковтун К. П., Вишнеvsька О. В., Маркіна О. В., Вейко Л. І. Вплив мінеральних добрив на фотосинтетичну діяльність рослин пелюшки (гороху польового) та її сумішок в умовах Полісся. *Агропромислове виробництво Полісся*. 2009. № 2 С. 27–31.
71. Wani S.A., Chand S., Wani M.A., Ramzan M., Hakeem K.R. *Azotobacter chroococcum*—a potential biofertilizer in agriculture: an overview. In *163 Soil Science: Agricultural and Environmental Prospectives*. 2016. Springer, Cham. P. 333–348. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-34451-5\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-34451-5_15)
72. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. – 336 с.
73. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные процессы / Под ред. Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1988. – 296 с.
74. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416 с.
75. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури)/за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.
76. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вищ. шк., 1994. 334 с.
77. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах/ Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.. Москва : АН СССР, 1961. 133 с.
78. Методика проведення досліджень у кормовиробництві, та годівлі тварин/Бабиц А. О. та ін. ; під ред. А. О. Бабица. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с
79. Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва : Всесоюз. науч.-исслед. Ин-т кормов им. В. Р. Вильямса, 1983. 198 с.

80. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой/Д. С. Филев и др. Тр. ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с.
81. Орленский Н. А., Орленская Н. А. Биоэнергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно. *Зерновое хозяйство*. 2005. №1. С. 20.
82. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Центральная база данных производства зерна кукурузы. URL: <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>
83. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Київ: ННЦ ІАЕ, 2005. 402 с.
84. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування. Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
85. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.
86. Зотиков В. И., Наумкина Т. С., Сидоренко В. С. Производство зернобобовых и крупяных культур в России: состояние, проблемы, перспективы. *Земледелие*. 2015. № 4. С. 3–5.
87. Зуза В. Горох без бур'янів. *Farmer*. 2016. Березень. С. 100–102.
88. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
89. Ільєнко О. В. Використання ґрунтової вологи посівами гороху вусатого морфологічного типу залежно від норм висіву насіння в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №2. С.90-94.
90. Ільєнко О.В. Формування врожайності гороху вусатого морфологічного типу під впливом добрив та норм висіву насіння в умовах північного Степу. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. №4. С. 33-37.
91. Ішенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя*. 2013. №18. С. 85-92.

92. Іщенко В.А. Ефективність використання ризогуміну і поліміксобактерину у поєднанні з мікродобривом та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в північному Степу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник Сільськогосподарська мікробіологія. Чернігів. 2013. Вип. 17. С. 89-100.
93. Іщенко В.А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах північного Степу України. Корми і кормовиробництво. 2010 . №66. С. 54-60
94. Неклюдов Б. М. Влияние сроков и способов посева, норм высева и отдельного посева рассортированных семян на урожай гороха/ Советская агрономия. 1953. № 2. С. 53-59.
95. Нечаев Е. Х. Плодородие почвы и симбиотическая активность гороха при биологизации его возделывания в лесостепи Заволжья/ Самара, 2004. С. 392–401.
96. Николаев И. Н. Разумова В.В. Минимальная обработка гороха. Зерновое хозяйство. – 2002. – №2. – С.10
97. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія /А.В. Черенков, А.І. Клиша, А.Д. Гирка, О.О. Кулініч; за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2014. 110 с.
98. Иванов П.К. Яровая пшеница. М.: Колос, 1971. 328 с.
99. Овчаров К.Е. Физиология формирования семян и прорастания семян. М.: Колос, 1976. 255 с.
100. Полевой В.В. Физиология растений. М.: Высшая школа, 1989. 464 с.
101. Васин В.Г., Васин А.В. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на зерносеяж и зернофураж для создания полноценной кормовой базы в Самарской области. Зернобобовые и крупяные культуры. Орел, 2012. № 2. С. 87-98.
102. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів : монографія / [В. П. Патики, Н. А. Макаренко, Л. І. Моклячук та ін.] ; за ред. В. П. Патики. К. : Основа, 2005. 300 с.
103. Агроекологія: [навч. посібник] / [О. Ф. Смаглій, А. Т. Кардашов, П. В. Литвак та ін.]. К. : Вища освіта, 2006. 671 с.

104. Городній М. М. Агрохімія: [підруч.] / М. М. Городній. К. : Алефа, 2003. 778 с.
105. Городній М. М. Дистанційне зондування родючості ґрунтів та її використання в технологіях точного землеробства. Наук. вісн. НАУ 2000. Вип. 32. С. 88–94.
106. Добрива та їх використання: [довідник] / І. У. Марчук, В. М. Розстальний, В. Є. Макаренко [та ін.]. – К. : Арістей, 2011. 254 с.
107. Екологічні основи використання добрив / Е. Г. Дегодюк, В. Т. Мамонтов, В. І. Гамалей [та ін.] ; за ред. Е. Г. Дегодюка. К. : Урожай, 1988. 232 с.
108. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2008. с. 34-41.
109. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2002. с. 40 -52.
110. Єсипенко А. Розроблення переліку профілактичних заходів щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. На допомогу спеціалісту з охорони праці, №4, 2012. с.36 – 40.