

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра рослинництва

МАГІСТЕРСЬКА
ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**«ВПЛИВ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА
ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ
ГОРОХУ У ПОСІВАХ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ»**

**Виконав: здобувач вищої освіти
ОПП Насінництво і насіннєзнавство
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
Бондаренко Костянтин Анатолійович**

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

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

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

ст.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ	
1.1. Значення гороху у вирішенні проблеми рослинного білка.....	9
1.2. Роль біологічних препаратів у підвищенні продуктивності гороху.....	11
1.3. Формування насінневої продуктивності гороху у посівах різної щільності.....	14
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Ботанічна характеристика гороху сорту Чекбек.....	17
2.2. Біологічні особливості гороху.....	18
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	20
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень	21
3.3. Методика проведення досліджень	24
3.4. Агротехнологічні особливості вирощування гороху.....	26
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ	
4.1. Ріст і розвиток рослин гороху за застосування біологічних препаратів у агроценозах різної щільності.....	32
4.2. Фотосинтетична продуктивність гороху за застосування біологічних препаратів у агроценозах різної щільності.....	36
4.3. Формування симбіотичного апарату гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності.....	40
4.4. Вплив норм висіву і біологічних препаратів на величину структурних елементів врожаю гороху.....	41
4.5. Насіннева продуктивність гороху залежно від норм висіву і застосування біологічних препаратів.....	42
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХУ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ	44
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	46
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
ВИСНОВКИ	51
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТКИ.....	63

Одним із пріоритетних завдань сільськогосподарського виробництва України є стабілізація виробництва високобілкової зернової продукції, що є основою забезпечення високоякісної повноцінної кормової бази у галузі тваринництва та поживними продуктами харчування населення. Вирішення даного питання неможливе без розширення посівних площ зернобобових культур, що виступають основним джерелом рослинного білка. У цьому відношенні вагома роль відводиться гороху, як культурі із високою конкурентоспроможністю на ринку, що забезпечується великою різноманітністю екологічних типів і сортів придатних для вирощування у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Горох є цінною продовольчою, кормовою та фітомеліоративною культурою. Його зерно характеризується високими харчовими якостями, та лікувальними властивостями і використовується як сировина у харчовій та фармацевтичній промисловості. Фітомеліоративне значення гороху обумовлюється здатністю його рослин збагачувати ґрунт органічною масою і азотом, мобілізувати і засвоювати важкодоступні форми поживних, поповнюючи таким чином орний шар фосфором, калієм, кальцієм, а також покращувати структурні показники ґрунту [1].

За рахунок унікальної здатності щодо становлення та функціонування бобово-ризобіального симбіоду, вирощування гороху є невід'ємною складовою енергозберігаючих екологобезпечних агротехнологій.

Актуальність теми. Реалізація потенціалу насінневої продуктивності сорту базується на оптимізації умов росту і розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду. Важливого значення у цьому набуває створення оптимальної оптико-біологічної структури посівів, за рахунок регулювання кількості рослин на одиниці площі, що забезпечує найбільш повне поглинання та використання енергії фотосинтетично активної радіації у ході процесу фотосинтезу.

Вагомим елементом технології що сприяє активізації мікробно-рослинної взаємодії, як потужного фактору продуктивного функціонування агрофітоценозу є інтродукція у зону ризосфери активних штамів бульбочкових бактерій, що

виступають у ролі не тільки азотфіксаторів, а й продуцентів фізіологічно активних речовин, які активізують процеси росту і розвитку рослин.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було визначити вплив густоти рослин та застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів на формування насінневої продуктивності посівів гороху сорту Чекбек.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні завдання:

- визначити особливості проростання насіння гороху посівного, початковий ріст коренів і паростків залежно від застосування мікробіологічних препаратів різної основи;
- з'ясувати вплив застосування мікробіологічних препаратів на динаміку наростання надземної частини, формування симбіотичного апарату, листової 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 та формування оптичної щільності посівів, лінійного росту і розвитку рослин у них, наростання листової поверхні, нагромадження надземної органічної біомаси, індивідуальна продуктивність рослин та урожайність насіння залежно від норми висіву насіння та інокуляції його мікробіологічними препаратами на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих бактерій.

Предмет досліджень – урожайність насіння, мікробіологічні препарати, норма висіву насіння, густина стояння рослин.

Методи досліджень: польовий – для спостереження за фазами розвитку рослин, визначення їх біометричних показників, насінневої 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 мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum* та фосформобілізуючих мікроорганізмів (спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* і мікроміцетів *Trichoderma harzianum*) та створенням оптимальної оптико-біологічної структури посівів.

Визначено вплив досліджуваних факторів на ріст і розвиток рослин, фотосинтетичну діяльність посівів, інтенсивність створення органічної біомаси та їх насіннєву продуктивність. Удосконалено агротехнологічний процес вирощування гороху посівного за рахунок оптимізації оптичної щільності посівів та інтродукції у зону ризосфери гороху мікробних організмів-азотфіксаторів та фосформобілізаторів.

Практичне значення одержаних результатів. При вирощуванні гороху посівного в умовах лівобережного Лісостепу для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насіннєвої продуктивності посівів до рівня 2,73 т/га рекомендовано проводити інокуляцію насіння комплексом Ризоактив бобові (2,0 л/т) (на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum*) і Біорма фосфор (2,0 л/т) (на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів – спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* і мікроміцетів *Trichoderma harzianum*) та висівати його із нормою 1,4 млн./га.

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 сформовано 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 року.

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

1. Єремко Л.С., Бондаренко К. А. Ефективність застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів у підвищенні насінневої продуктивності гороху посівного. 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 70 сторінок загального друкованого тексту. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 101 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ НАСІННЄВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ ЗА ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ

1.1. Значення гороху у вирішенні проблеми рослинного білка

Одним із пріоритетних завдань агропромислового комплексу України є подолання проблеми дефіциту збалансованого за амінокислотним складом білка рослинного походження, основним джерелом якого є зернобобові культури.

Серед культур даної групи найбільш розповсюдженим у різних ґрунтово-кліматичних підзонах нашої країни є горох. Основна більшість його сортів характеризується високою пластичністю щодо впливу несприятливих агроекологічних чинників [2].

Горох є цінною продовольчою культурою, що використовується людством у харчових цілях близько 20 тис. років [3]. Порівняно із зерновими культурами у його насінні міститься у 1,5-2,0 рази більше високоякісного білка, а це у середньому близько 27,8 % із коливанням від 20,4 до 35,7 % залежно від сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Складовими частинами білкових молекул є амінокислоти метіонін, триптофан, лізин, валін, лейцин, ізолейцин, фенілаланін, треонін. Ступінь засвоєння організмом воднорозчинних фракцій білку зерна становить 36-87 %, а зеленої маси 80-85 % [4]. Разом з тим насіння данії культури характеризується досить високим вмістом вуглеводів (від 50,2 до 53,3 %), клітковини (від 5,71 до 5,88 %) на одиницю сухої речовини. Вміст олії є незначним і коливається у межах від 1,25 до 1,53 %. Мінеральні речовини, що становлять від 2,8 до 3,3 % на 1 г сухої речовини представлені солями калію, кальцію, натрію, йоду, фосфору, заліза.

Насіння гороху є цінним джерелом вітамінів (ретинолу – вітаміну А, тіаміну – В₁, рибофлавіну – В₂, ніацину – В₃, пантотенової кислоти – В₅, піридоксину – В₆, фолієвої кислоти – В₉, аскорбінової кислоти – С).

За наявними даними наукових досліджень, вміст тіаміну та рибофлавіну у насінні гороху у 3-5 разів перевищує томати і моркву [5].

Унікальний біохімічний склад надземної частини рослин надає особливої цінності гороху, як кормовій культурі для отримання зернофуража, зерносінажа,

зеленої маси, сіна [6]. Поживність 1 ц його зерна становить 12,7 корм. од., забезпеченість перетравним протеїном 170 г, 1 ц соломи – 32,5 корм. од. і 105 г перетравного протеїну [7].

Зелена маса гороху виступає у якості додаткового джерела рослинного білка для підвищення якісних показників кормів із кукурудзи і соняшнику [8].

Вміст перетравного протеїну гідропонного корму, основними складовими якого є зернобобові культури, субстратом для вирощування яких слугує солома в 1,5 рази перевищує зернові злакові.

Результати наукових досліджень свідчать про високу кормову цінність соломи гороху, що є близькою за значенням до сіна. Сінаж з долею гороху 20-30 %, уведений у раціони дійних корів і молодняку надає можливість збалансувати їх кормовий раціон за вмістом протеїну, цукру і каротину.

Важлива фітомеліоративна роль гороху полягає у тому, що за рахунок його пожнивно-корневих решток до ґрунту надходить цінна органічна маса, близько 60-90 кг/га азоту, фіксованого з атмосфери бобово-ризобіальним комплексом, 15-25 кг/га фосфору, 20-30 кг/га калію, покращується його структура ґрунту та підвищується родючість [9].

Чимала кількість наукових досліджень підтверджує факт формування високої продуктивності рослин даної культури за рахунок зв'язування вільного азоту повітря без застосування енергоємних, високозатратних азотних мінеральних добрив, коефіцієнт використання азоту із яких не перевищує значення 50-80%. Інша їх частина потрапляє у ґрунтові води і призводить до їх забруднення [10, 11].

Бульбочкові бактерії мають високу здатність перетворювати важкорозчинні сполуки фосфору у легкозасвоювані форми. Тож за рахунок споживання добре розвиненою кореневою системою даної культури, перетворені важкодоступні поживні речовини більш глибоких шарів ґрунту стають більш доступними для послідуєчих культур сівозміни [12].

На кореневій системі гороху у ході взаємодії із ґрунтовими грибами формується арбускулярна микориза, що сприяє поліпшенню водного статусу рослин, постачанню необхідних елементів мінерального живлення (переважно

важкодоступних форм фосфору та азоту), підвищенню стійкості до ураження фітопатогенами і поглинання важких металів та їх негативної дії [13, 14].

Найбільш сприятливою для вирощування гороху є зона Лісостепу, де розміщено близько 84 % його посівних площ. Несприятливі та малосприятливі умови для вирощування даної культури створюються у областях Південного Степу й Полісся [15, 16].

1.2. Роль біологічних препаратів у підвищенні 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 яких використовується для підтримання життєдіяльності мікроорганізмів, а інша – надходить до біологічного кругообігу. Окремі органічні сполуки взаємодіють між собою, піддіються процесам полімеризації, конденсації, утворюючи гумусові речовини, що надалі, з плином часу, теж мінералізуються з перетворенням на воду, вуглекислий газ і мінеральні солі [17].

За формування різних типів фітоценозів відбувається зміна типів органічних сполук – рослинних ексудатів, що у свою чергу визначає види та кількість доступних бактеріям поживних елементів. 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 [18, 19].

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 [20, 21]. 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 функціонуванню азотофіксуючої нітрогеназного комплексу [22].

У системі ґрунт–мікроорганізми–рослина ґрунтові бактерії і мікроскопічні гриби є незамінною і невід'ємною складовою [23]. 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 [24].

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 [25, 26].

Впровадження у агротехнологічний процес виоцукання 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 [27, 28].

Проведення допосівної інокуляції насіннєвого матеріалу сприяє поліпшенню його якості, що проявляється у зростанні енергії проростання, схожості насіння, і надалі – інтенсифікації процесів фотосинтетичної діяльності рослин, утворення морфологічних структур, підвищенні рівня індивідуальної продуктивності рослин та урожайності посівів [29].

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, зміншенні 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 [30]. 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 [31].

1.3. Формування насіннєвої продуктивності гороху у посівах різної щільності

Одним із важливих факторів життєдіяльності рослин є їх просторове розміщення, що визначає, у першу чергу рівень доступних поживних речовин, вологи та енергії сонячної радіації для формування біомаси і обумовлюється

грунтово-кліматичними умовами, дією попередника, рівнем мінерального чи органічного удобрення та агротехнологічними прийомами вирощування.

На сьогоднішній день не існує єдиної думки щодо оптимальних показників структури агроценозів гороху посівного. Значний обсяг проведених робіт виконувався у різних регіональних умовах, а комплексні дослідження із визначення дії способів сівби, норми висіву та гідротермічних ресурсів на формування продуктивності гороху є недостатніми [32].

Актуальності набуває визначення оптимальної норми висіву для різних сортів гороху, здатної забезпечити оптимальні параметри розташування рослин у просторі відповідно до морфо-біологічних особливостей рослин конкретно заданих ґрунтово-кліматичних умов [33, 34]. Із наукових джерел відомо, що відповідно до оптимальних показників індивідуальної площі живлення рослин гороху, які змінюються у межах від 100 до 130 см² [35].

У зонах посушливого клімату її значення є меншими, а за достатнього зволоження – вищими. Загущення чи зрідження посівів призводить до істотного зниження рівня врожаю. Так, за недостатньої кількості рослин на одиниці площі, збільшення індивідуальної продуктивності не може компенсуватися їх кількістю на одиниці площі, внаслідок чого урожайність теках посівів є низько. Вільні ділянки досить сильно забур'янюються.

За надмірного ущільнення відбувається пригнічення процесів формоутворення спричинене нестачею світла, вологи, елементів мінерального живлення, що у свою чергу несприятливо відображається на формуванні і розвитку генеративних органів. Як наслідок урожайність насіння зменшується, а його якісні показники погіршуються [36].

Це явище стає досить помітним в за посушливих умов року вирощування, особливо у критичні періоди росту і розвитку рослин – цвітіння, формування бобів і наливу зерна.

Поряд з тим у надмірно ущільнених посівах посилюється конкурентна взаємодія між рослинами за поглинання енергії сонячної радіації, що проявляється у їх витягуванні та збільшенні обсягу зеленої маси, із зменшенням

частки у ній бобів і зерен. Дані процеси призводять до вилягання посівів та ускладнення збирання врожаю.

Оптимальна густина рослин перед збиранням є критерієм правильності встановлення норми висіву під час сівби, що визначається шляхом проведення польових дослідів. Потрібно враховувати, що в різних ґрунтовокліматичних зонах оптимальна густина рослин може коливатися в широких межах і не залишається постійною впродовж вегетації [37].

Вагомим агротехнологічним прийомом оптимізації структури агроценозу є норма висіву насіння. Її величина змінюється залежно від зони вирощування, особливостей сорту, посівних якостей насіння. Для сортів гороху безлисточкового типу оптимальні параметри даного показника варіюють у межах від 1,2 до 1,4 млн. схожих зерен на 1 га.

Є наукові рекомендації, щодо збільшення норми висіву на 10 % за ранніх строків сівби [38]. За результатами проведених досліджень, можна здійснити систематизацію щодо норм висіву гороху: для довгостеблових укісних сортів – 0,8–0,9 млн./га, для сортів листочкового морфотипу – 1,0–1,2 млн./га, для зернових короткостеблових сортів – 1,5 млн./га, для високорослого вусатого морфотипу – 0,8–0,9 млн./га, для сортів напівлисточкового і традиційного листкового морфотипу – 1,0–1,2 млн./га [39].

Результати наукових досліджень, проведених у Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, свідчать про недоцільність збільшення норми висіву понад 1,2 млн./га [40].

Визначено, що для ранньостиглих білоквіткових сортів гороху за оптимальних умов вологозабезпеченості і наявності елементів мінерального живлення кількісна норма висіву варіює у межах від 1,2 до 1,4 млн. схожих насінин на 1 га, а для червоноквіткових сортів і пелюшки – становить 1,0–1,2 млн./га [41].

За погодно-кліматичних умов Південного регіону у роки із достатніми запасами продуктивної вологи, сорти гороху безлисточкового морфотипу рекомендовано висівати із кількістю схожого насіння на 1 га 1,1 млн., а за

недостатньої кількості запасів продуктивної вологи у ґрунті, норму висіву необхідно зменшити до 0,8 млн./га [42].

В умовах північного Степу значення рекомендованої величини кількості рослин на 1 га становить 1,4 млн./га, а для сортів сортів Улюбленець та Юлій збільшується до 1,5 млн./га [43, 44].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна характеристика гороху сорту Чекбек

Реєстратором сорту є Інститут Рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. До Реєстру сортів рослин України внесений у 2009 році. Різновидність: contecstum (підрізновидність - ecaducum).

Сорт Чекбек належить до середньостиглої групи досягання із тривалістю вегетаційного періоду від 82 до 92 діб.

Сорт напівінтенсивного типу вирощування. Висота його рослин залежно від умов вирощування змінюється у межах від 52 до 72 см.

Рослини без антоціанового забарвлення і вторинних листочків. Стебло нефасційоване із середньою кількістю вузлів. Прилистки середнього розміру, гарно розвинені не мають воскового нальоту. На рослинах формуються квітки середніх розмірів. Верхівка верхнього чашолистика має округлу форму. Парус білий з помірною хвилястістю та піднесеною основою. Після запилення та запліднення, у ході розвитку, на рослинах формуються середні за довжиною жовті боби із середньою кількістю насінин у них. Тип вигину кожного окремого бобу випуклий, слабо проявлений.

Нестигле насіння характеризується помірною інтенсивністю забарвлення зеленого кольору. Насіння має сферичну форму. сім'ядолі зеленого кольору без зморшкуватостей. Маса 1000 насінин варіює у межах від 278 до 280 г.

Сорт Чекбек має вискі показники стійкості проти осипання, вилягання та до дії посушливих умов. Ураженість кореневими гнилями та аскохітозом є нижчою за стандарти.

Сорт Чекбек є придатним до механізованого збору. Формує насінневу продуктивність на рівні 2,6–4,6 т/га.

За рекомендовані середні показники норми висіву прийнятими є 1,2-1,4 млн. схожих насінин на 1 га.

2.2. Біологічні особливості гороху

Горох належить до холодостійких, відносно маловимогливих до забезпеченості тепловими ресурсами впродовж вегетаційного періоду. Його насіння починає проростати за прогрівання 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 [45].

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 [46].

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 вологості. Критичними періодами розвитку рослин по відношенню до умов вологозабезпеченості є бутонізація, цвітіння і формування бобів [47].

За недостатньої вологозабезпеченості від початку закладання генеративних органів (особливо від цвітіння до утворення бобів) послаблюється інтенсивність наростання вегетативної маси рослин, 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 [48].

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 % [49].

Горох – світлолюбна культура довгого дня. За недостатньої кількості поглинення 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 [50].

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 [51].

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, заплавних 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 [52].

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 [53].

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/см³, 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

Виробнича та наукова діяльність, пов'язана із виробництвом рослинної продукції, що носить динамічний характер знаходиться у тісній взаємозалежності із дією комплексу агрометеорологічних факторів.

Клімат Полтавської області є помірно-континентальним, м'яким і достатньо вологим. Зими здебільшого малосніжні, нестійкі, порівняно теплі, літо тепле і помірно вологе.

Значення середньої температури повітря за рік по області варіюють у межах від 7,6 до 8,6°C. Середньомісячна температура січня (найхолоднішого місяця року) змінюється від -3,6 до -4,4°C, липня (найтеплішого місяця) становить +20,5-21,6°C.

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. У зв'язку з особливостями яружно-балкового рельєфу в районах

лісостепу значну повторюваність мають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур.

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 $0,8^{\circ}\text{C}$ ($14,9$ проти $15,7^{\circ}\text{C}$). В цілому ж весна була теплішою від середньобагаторічних показників на $1,9^{\circ}\text{C}$ ($10,5$ проти $8,6^{\circ}\text{C}$).

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 $45,5$ мм).

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

По температурному режиму повітря, найспекотнішим був червень місяць з середньою температурою повітря $22,9^{\circ}\text{C}$, тоді як у липні і серпні ці показники відповідно становили $22,6$ і $21,3^{\circ}\text{C}$. Відносно багаторічних даних перший місяць літа був теплішим на $3,5^{\circ}\text{C}$, а другий і третій на $1,4$ і $1,2^{\circ}\text{C}$. Середньодобова температура повітря за літній період становила $22,3^{\circ}\text{C}$, за норми $20,2^{\circ}\text{C}$.

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 $3,3^{\circ}\text{C}$, а опадів випало на $11,3$ мм менше.

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

**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 із °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.

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.

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	

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 двохфакторний.

Фактор А – норми висіву насіння – 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 млн./га.

Фактор В – проведення інокуляції насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив бобові (2,0 л/т) на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum* та комплексом даного препарату із мікробіологічним препаратом Бінорма фосфор (2,0 л/т) на основі фосформобілізуєчих мікроорганізмів – спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* і мікроміцетів *Trichoderma harzianum*.

Варіанти і повторення дослідів розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м².

У ході польових досліджень проводили:

- фенологічні спостереження за розвитком рослин сої проводили згідно з “Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур”. Початок фази відмічали, за настання її у 10 % рослин і настання повної фази у 75 % рослин [54, 55].
- інтенсивність лінійних приростів у висоту визначали на відмічених 25 рослинах в двох несуміжних повтореннях [54, 56].
- Площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) і чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А.А. Ничипоровича [57].
- вміст сухої речовини у рослинах сої визначали термостатно-ваговим методом [58].
- індивідуальну продуктивність рослин та загальну зернову продуктивність посіву визначали при використанні „Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами” [59, 60].
- економічну ефективність застосування елементів технології вирощування сої знаходили при використанні методичних рекомендацій „Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно [61-63].

3.4. Агротехнологічні особливості вирощування гороху

Вагомою 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, шкочинних 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 [77].

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 [64].

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 лущильником ЛДГ-10 [65].

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 дихлорфеноксиоцтова кислота у формі диметиламінної солі (з нормою 2–3 кг/га у д.р.) [66].

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 [66].

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 невіривняність 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 [67].

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 однією 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.

У агротехнологічних операціях проведення передпосівного обробітку ґрунту і проведення сівби використовуються гусеничні трактори ДТ-75М та колісні типу ЮМЗ та МТЗ, що характеризуються меншими показниками ущільнення ґрунту.

Енергонасичені трактори типу К-701, Т-150К застосовуються із шинами низького тиску, для запобігання збільшення тиску на ґрунт.

Горох є досить вимогливим до забезпеченості елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду [68].

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 винокістання рослинами елементів із ґрунту і добрив [69, 77].

Підготовка насінневого матеріалу до сівби починається після збирання врожаю і складається із декількох етапів. На першому етапі проводять його очистку та просушування. Потім насінневий матеріал піддають протруюванню, обробці молібденовими, борними препаратами 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 [70].

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 із 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 % [71].

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 [72].

Післясходове боронування проводиться у фазі трьох-п'яти листочків. За проведення даного агротехнологічного елемента 2 рази, то 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 боронування 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 поле боронування не проводиться. Горох обробляється тільки впоперек рядків або по діагоналі боронами з добре загостреними зубами із нахилом, спрямованим у бік руху агрегату, що рухається із швидкістю 4–5 км/год [73].

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 [74].

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 росою, іржею [75].

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) [77].

Після сходів також проводиться обробка даними препаратами у тих же дозах. Для боротьби з гороховою плоджеркою ефективною є своєчасна глибока оранка зябу, 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 [76, 77].

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ НОРМИ ВИСІВУ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ФОРМУВАННЯ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ГОРОХУ

4.1. Ріст і розвиток рослин гороху за застосування біологічних препаратів у агроценозах різної щільності

Формування насінневої продуктивності гороху, як і всіх інших сільськогосподарських культур розпочинається із проростання насіння і появи сходів. Цей процес відбувається внаслідок протікання біохімічних і морфофізіологічних змін у насінні від початку стадії бубнявіння і зумовлюють його перехід із стану вимушеного спокою до стану активного росту.

За інтенсивного водопоглинання та достатньої вологозабезпеченості ґрунту і оптимальної для проростання температури повітря у сім'янках гороху відбувається активація метаболічних процесів, підвищується інтенсивність дихання. Метаболічна активність у насінні гороху посівного починається під час набубнявіння, коли відбувається перетворення запасних високомолекулярних речовин у низькомолекулярні і збільшується за подальшого проростання, яке регулюється комплексом факторів навколишнього середовища [78].

За активації метаболізму відбувається стимуляція ростових процесів у коренях та паростках, що проявляється у нагромадженні абсолютно сухої їх маси.

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.

Біологічно активні речовини змінюють перебіг мікробіологічних процесів у ризосфері рослин і підвищують нітрогеназну активність інтродукованих штамів ризобій та аборигенних вільноживучих мікроорганізмів у зоні висіяного насіння. [79-81].

Результати проведених нами досліджень свідчать про позитивний вплив застосування мікробіологічних препаратів на початкові етапи розвитку гороху, що проявлялося у підвищенні інтенсивності проростання насіння та появи сходів.

Відмічено збільшення енергії проростання насіння та його схожості у варіанті застосування Ризоактиву бобові на 5 і 4 % відповідно щодо контролю і за комплексного поєднання Ризоактиву бобові та Бінорми фосфор – 18 і 6 % відповідно щодо контролю (табл 4.1).

Таблиця 4.1

Енергія проростання та лабораторна схожість насіння гороху залежно від застосування мікробіологічних препаратів, середнє за 2020-2021 рр.

Варіант	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль	67	93

Ризоактив бобові (2,0 л/т)	72	97
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)	85	99

Відмічено, що на етапі проростання насіння маса сім'янок використовувалася на ростові процеси зародкових корінців і паростків найбільш інтенсивно у варіанті комплексного застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів. За їх поєднання довжина і маса корінців і паростків на стадії росту гіпокотилу (ВВСН 08) були найвищими (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Морфологічні показники проростків гороху за застосування мікробіологічних препаратів (стадія гіпокотилу ВВСН 08), середнє за 2020-2021 рр.

Варіант	Довжина, мм		Сира маса одного, мг	
	кореня	паростка	кореня	паростка
Контроль	57	43	50	135
Ризоактив бобові (2,0 л/т)	84	62	58	152
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)	92	74	64	168

Підвищення інтенсивності проростання насіння обумовило пришвидшення появи дружніх сходів та формування достатньої кількості рослин на одиниці площі. Здебільшого польова схожість насіння обумовлюється його якісними показниками та сортовими особливостями і змінюється залежно від гідротермічного режиму ґрунту.

Відмічено, що застосування мікробіологічних препаратів сприяло пришвидшенню появи сходів над поверхнею ґрунту та формуванню більш повного стеблостою посіву.

Разом з тим збільшення норми висіву насіння призводило до зменшення польової схожості насіння у всіх варіантах застосування мікробіологічних препаратів в середньому за роки проведення досліджень на 3,2-4,4 %. Дане явище пояснюється виділенням проростаючого насіння у ґрунт хімічних сполук із сильним алелопатичним впливом [82].

Таблиця 4.3

**Польова схожіть насіння гороху залежно від застосування
мікробіологічних препаратів та норми висіву, %**

Варіант норми висіву насіння, млн/га	Роки проведення досліджень		Середнє за роками
	2020	2021	
Контроль			
1,0	83	85	84
1,2	83	84	84
1,4	81	84	82
1,6	79	82	81
Ризоактив бобові (2,0 л/т)			
1,0	88	93	91
1,2	86	91	89
1,4	86	91	89
1,6	85	89	87
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)			
1,0	90	94	92
1,2	89	92	91
1,4	87	92	90
1,6	87	90	89

Морфологічні зміни, що відбуваються у рослиному організмі, як у фокусі, відображають його пристосованість до дії комплексу не тільки географічних, ґрунтово-кліматичних факторів зони вирощування, а й агротехнологічних операцій, що застосовуються у процесі вирощування.

Результати досліджень показують на нерівномірність у інтенсивності лінійних приростів рослин у висоту впродовж вегетаційного періоду. На початкових етапах розвитку відмічено незначне наростання надземної частини рослин. Інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту була найвищою у період бутонізації-цвітіння-формування бобів. За цей час висота рослин збільшувалася в цілому по досліді на 19,3-22,2 см. Надалі від фази формування бобів і до досягання насіння лінійні прирости рослин у висоту зменшувалися до 2,3-5,0 см (табл 4.4).

Таблиця 4.4

Висота рослин гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності, см (середнє за 2020-2021 рр.)

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

Норма висіву, млн./га	5-6 листків	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
Контроль						
1,0	11,3	40,8	48,3	62,3	63,2	65,1
1,2	11,7	41,3	49,2	63,5	65,7	65,8
1,4	12,3	43,5	50,4	63,9	66,3	66,4
1,6	12,3	45,8	51,5	64,2	66,8	66,9
Ризоактив бобові (2,0 л/т)						
1,0	11,8	42,7	49,7	63,6	65,4	67,3
1,2	12,2	43,8	50,4	63,9	65,7	68,2
1,4	12,7	44,3	52,3	64,4	66,3	68,9
1,6	13,2	45,9	52,8	65,3	66,7	70,3
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)						
1,0	12,0	43,4	50,2	64,4	67,3	68,4
1,2	12,2	45,6	51,5	64,9	68,1	69,2
1,4	12,5	45,7	51,7	65,3	68,5	70,0
1,6	12,7	46,2	52,9	66,2	69,1	70,5

Відмічено, що зі збільшенням норми висіву насіння і кількості рослин на одиниці площі інтенсивність лінійного росту головного стебла у висоту підвищувалася, що передусім пояснюється збільшенням ценотичної взаємодії складових агроценозів. Рослини у загущених посівах витягувалися. Їх висота збільшувалася на час достигання від 65,1 до 70,5 см.

Наукові спостереження показали, що застосування мікробіологічних препаратів мало позитивний вплив на ростові процеси гороху. Найбільш істотним він був у варіанті комплексного застосування препаратів Ризоактив бобові та Бінорми фосфор.

4.2. Фотосинтетична продуктивність гороху за застосування біологічних препаратів у агроценозах різної щільності

Основним прийомом підвищення рівня продуктивності сільськогосподарських культур є створення агроценозів, із максимальним розкриттям фотосинтетичної діяльності. Адже відомо, що в процесі фотосинтезу створюється близько 95 % органічних сполук. Тому ріст рослин, як процес формоутворення і збільшення сухої біомаси починається, головним чином, після формування фотосинтезуючої поверхні та здійснення процесу фотосинтезу.

Центром створення первинних продуктів фотосинтезу, їх метаболізації і надходження у запасуючі органи є листкові пластинки.

Формування фотосинтетичного апарату являє собою складний поетапний процес. У ранні фази росту і розвитку переважаючими є процеси новоутворення та збільшення у розмірах асиміляційної поверхні, на пізніх – процеси відмирання, що супроводжуються транспортуванням пластичних речовин до репродуктивних органів.

Найбільш продуктивним буде той посів, у якому у якому асиміляційна поверхня у максимально короткі строки досягає оптимальних розмірів та по можливості якнайдовше зберігає їх на досягнутому рівні без різкого зниження на завершення вегетаційного періоду, що надає можливість поглинати максимальну кількість енергії сонячної радіації. Досягти цього можна у ході використання агротехнологічних операцій, серед яких вагомим значення мають норма висіву та поживний режим ґрунту [83].

У сортів гороху вусатого типу складовими асиміляційної поверхні є черешки, прилистки, вуси [84].

Результати наших досліджень показали, що інтенсивність формування асиміляційної поверхні рослинами гороху на початкових етапах розвитку була незначною. Темпи формування фотосинтетичного апарату підвищувалися до фази бутонізації і найвищими були у період цвітіння-формування насіння. У цей час площа асиміляційної поверхні рослин залежно від агротехнологічних прийомів змінювалася від 155,4 до 171,3 см²/рослину. Найбільш розвиненою вона була у посівах із найменшою щільністю. Збільшення кількості рослин на 1 га від 1,0 до 1,6 млн призводило до зменшення значень даного показника у цілому по досліді на 4,8-5,3 % (табл 4.5).

Таблиця 4.5

**Фотосинтетична діяльність рослин гороху за застосування
мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності,
(середнє за 2020-2021 рр.)**

	Показники фотосинтетичної діяльності посівів
--	--

Норма висіву, млн./га	Площа асиміляційної поверхні, см ² /рослину	Фотосинтетичний потенціал, млн.м ² діб/га	Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м ² сухої маси за добу (цвітіння формування насіння)
Контроль			
1,0	163,2	2,32	15,4
1,2	160,4	2,38	15,0
1,4	158,5	2,44	14,9
1,6	155,4	2,48	13,2
Ризоактив бобові (2,0 л/т)			
1,0	168,5	2,37	16,7
1,2	164,8	2,40	16,3
1,4	162,3	2,42	15,8
1,6	159,7	2,51	14,5
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)			
1,0	171,3	2,39	18,4
1,2	168,2	2,41	17,2
1,4	165,5	2,46	16,8
1,6	162,3	2,53	15,5

Відмічений позитивний вплив застосування мікробіологічних препаратів на формування асиміляційного апарату гороху. Так за обробки насіння Ризоактивом бобові (2,0 л/т) величина фотосинтезуючої поверхні по варіантам норми висіву насіння збільшувалася на 3,8-5,3 см²/рослину порівняно із варіантами де допосівна обробка насіння не проводилася.

За комплексного застосування мікробіологічних препаратів Ризоактив бобові та Бінорма фосфор інтенсивність формування асиміляційної поверхні рослинами гороху підвищувалася. Її величина по відношенню до контролю збільшувалася на 6,9-8,1 см²/рослину. Слід відмітити, що загальна величина фотосинтезуючої поверхні посівів зростала за рахунок збільшення кількості рослин на одиниці площі.

Для формування врожаю важливого значення мають не тільки розміри асиміляційної поверхні, а й тривалість її активної фотосинтетичної роботи, що в цілому виражає фотосинтетичний потенціал посіву [85].

Збільшення площі асиміляційного апарату посівів обумовило зростання їх фотосинтетичного потенціалу із збільшенням густоти посіву на 0,14-0,16 млн.м²діб/га.

Величина фотосинтезуючої поверхні та тривалість її активної фотосинтетичної роботи збільшувалися за застосування мікробіологічних препаратів. У цьому відношенні найбільш ефективним виявилось поєднання мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів, що сприяло збільшенню фотосинтетичної потужності посівів гороху до 2,39-2,53 млн.м²діб/га.

Разом із зростанням потужності фотосинтезуючої поверхні посівів у варіантах із застосуванням мікробіологічних препаратів підвищувалася і її асиміляційна активність, що виражалось у рості значень показника чистої продуктивності фотосинтезу на 0,9-1,3 г/м² сухої маси за добу за застосування Ризоактиву бобові (2,0 л/т), на 1,9-3,0 г/м² сухої маси за добу за поєднання досліджуваних препаратів порівняно з контрольним варіантом.

Поглинання та запасання енергії сонячної радіації в процесі фотосинтезу супроводжується накопленням біомаси, що служить структурним та енергетичним матеріалом, що забезпечує життєдіяльність рослинних організмів.

Динаміка накопичення рослинами органічної надземної біомаси змінювалася впродовж вегетаційного періоду рослин гороху. На початкових етапах розвитку темпи нагромадження органічних сполук асиміляційною поверхнею, що формувалася, були незначними. Вони поступово збільшувалися від фази – 5-6 листків-гілкування до періоду бутонізації-цвітіння. Надалі темпи наростання надземної частини рослин гороху дещо зменшувалися. Після формування бобів і зерна синтезовані органічні сполуки спрямовувалися у репродуктивні органи (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Динаміка накопичення абсолютно сухої біомаси рослин гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності, г/м² (середнє за 2020-2021 рр.)

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

Норма висіву, млн./га	5-6 листків	бутонізація	цвітіння	формування бобів	налив насіння	достигання
Контроль						
1,0	38,1	123,5	146,9	206,4	253,2	283,4
1,2	39,2	127,8	149,2	208,2	255,9	287,6
1,4	40,4	134,2	153,4	210,4	264,1	288,3
1,6	41,3	135,9	156,2	211,5	266,3	290,9
Ризоактив бобові (2,0 л/т)						
1,0	42,3	125,4	147,2	207,5	255,2	284,5
1,2	44,5	128,3	150,8	209,4	257,9	288,8
1,4	45,8	135,2	154,3	211,2	265,7	291,3
1,6	46,1	137,8	157,6	213,8	267,8	295,1
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)						
1,0	43,7	126,4	149,6	208,9	256,7	285,4
1,2	45,4	130,5	152,4	210,3	259,4	290,5
1,4	46,8	136,7	155,5	212,6	266,8	292,3
1,6	47,1	138,2	158,2	214,8	268,3	298,2

На час достигання абсолютно суха маса рослин гороху зростала до 283-298,2 г/м². Найвищі її показники (285,4-298,2 г/м²) були відмічені за комплексного застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій.

Слід відмітити, що абсолютно суха маса окремих рослин у посіві зменшувалася, а за рахунок їх збільшення на одиниці площі, загальний збір сухої речовини зростав на 2,6-4,3 %.

4.3. Формування симбіотичного апарату гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності

Існування організмів за умов симбіотичного взаємозв'язку обумовлюється значними змінами у протіканні метаболічних процесів, результатом яких є інтеграція біохімічних шляхів симбіонтів. Розвиток симбіотичного апарату та функціонування бобово-ризобіального комплексу визначається інтенсивністю і продуктивністю фотосинтетичної роботи, що є джерелом енергії для процесу фіксації атмосферного азоту мікросімбіонтом. У свою чергу діяльність

бульбочкових бактерій визначає інтенсивність асиміляційної діяльності рослин через азотний статус [86].

Формування симбіотичного апарату рослин значною мірою обумовлювалася впливом погодних умов і наявністю поживних речовин у ґрунті. Найбільш розвинений симбіотичний апарат формували рослини за сумісної допосівної обробки насіння мікробіологічними препаратами на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів, у фазі цвітіння. У даному варіанті, кількість бульбочок, сформованих на рослинах збільшувалася від 42,7 до 45,8 шт. а їх маса становила 0,189-0,213 г, зростаючи по мірі зменшення кількості рослин на одиниці площі.

У фазі формування бобів розміри симбіотичного апарату гороху зменшувалися у зв'язку із руйнуванням бульбочок. В цілому по досліді відмечено погіршення умов бобово-ризобіального симбіозу рослин гороху у варіантах із збільшенням їх кількості на одиниці площі.

Даний процес обумовлюється зменшення потоку надходження органічних сполук до них із вегетативних органів, оскільки після цвітіння асиміляти здебільшого спрямовуються на розвиток репродуктивних органів. Тобто у фазу цвітіння у рослинах гороху відбуваються обмінні процеси, кінцева мета яких – створення максимальної кількості насіння (табл 4.7).

Таблиця 4.7

Розміри симбіотичного апарату гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності (середнє за 2020-2021 рр.)

Норма висіву, млн./га	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.
Контроль						
1,0	23,8	0,132	36,9	0,157	20,8	0,115
1,2	24,8	0,129	35,2	0,149	19,7	0,103

1,4	23,2	0,122	34,8	0,143	18,4	0,95
1,6	20,4	0,109	34,0	0,139	18,2	0,88
Ризоактив бобові (2,0 л/т)						
1,0	30,6	0,163	43,2	0,205	26,2	0,154
1,2	29,2	0,157	42,8	0,197	25,9	0,147
1,4	27,8	0,144	40,5	0,189	23,4	0,132
1,6	26,5	0,136	39,7	0,183	22,7	0,124
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Біорма фосфор (2,0 л/т)						
1,0	36,2	0,175	45,8	0,213	28,3	0,161
1,2	35,9	0,169	44,3	0,202	27,4	0,159
1,4	33,4	0,152	43,2	0,191	25,7	0,143
1,6	30,8	0,144	42,7	0,189	23,4	0,131

4.4. Вплив норм висіву і біологічних препаратів на величину структурних елементів врожаю гороху

Інтенсивність синтетичних процесів на напрямок спрямування надходження органічних сполук під час формування репродуктивних органів визначали розміри плодоелементів рослин. В цілому по досліді індивідуальна продуктивність окремих рослин у посівах по мірі збільшення їх кількості на одиниці площі зменшувалася. На рослинах формувалася менша кількість бобів із меншою кількістю зерен у них. Разом з тим зменшувалася і кількість зерна, сформованого на одній рослині на 5,8-12,6 % (табл 4.8).

Відмічений позитивний вплив застосування мікробіологічних препаратів на формування та розвиток плодоелементів рослин гороху, що виражалось у збільшення кількості бобів, сформованих на рлсинах та зерен у них. Разом з тим зростала інтенсивність надходження органічних сподук у зернівки. Про це свідчить збільшення маси 1000 зерен щодо контролю за допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуєуючих мікроорганізмів на 3,9-13,3 г та на 10,0-16,7 г за його сумісного застосування із мікробіологічним препаратом на основі фосформобілізуєуючих мікроорганізмів.

Таблиця 4.8

Індивідуальна продуктивність рослин гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності (середнє за 2020-2021 рр.)

Норма висіву, млн./га	Кількість бобів на 1 рослину, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Кількість зерен на 1 рослину, шт.	Маса 1000 зерен, г
Контроль				
1,0	4,5	6,7	30,2	268,4
1,2	4,3	6,7	28,9	259,3
1,4	4,3	6,5	28,0	255,5
1,6	4,2	6,3	26,4	250,9
Ризоактив бобові (2,0 л/т)				
1,0	4,5	6,9	31,0	272,3
1,2	4,5	6,9	31,0	270,5
1,4	4,3	6,8	29,2	268,8
1,6	4,3	6,8	29,2	263,2
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)				
1,0	4,6	7,0	32,2	278,4
1,2	4,5	6,9	31,0	274,3
1,4	4,5	6,9	31,0	272,2
1,6	4,4	6,8	29,9	268,4

4.5. Насіннева продуктивність гороху залежно від норм висіву і застосування біологічних препаратів

Насіннева продуктивність являє собою складну комплексну ознаку, що проявляється на підставі функціональної діяльності різних органів рослин, які складають морфологічну і фізіологічну їх структуру.

Тривалість їх розвитку обумовлюється складною взаємодією генетичних особливостей організму з умовами навколишнього середовища, результатом якої є величина продуктивності. Одним із факторів, що зумовлює величину урожаю зерна культури є щільність розміщення та кількість складових посіву на одиниці площі. Результати дослідження свідчать про підвищення рівня зернової продуктивності посівів по мірі збільшення кількості рослин на 1 га від 1,0 до 1,4 млн. на 0,07-0,20 т/га. За подальшого ущільнення стеблостою до 1,6 млн. рослин /га відбувалося зниження урожайності зерна гороху до 2,47-2,71 т/га.

Прибавка врожаю від застосування мікробіологічного препарату Ризоактив бобові становила 0,06-0,09 т/га, а від його поєднання із мікробіологічним препаратом Бінорма фосфор – 0,11-0,24 т/га щодо контролю (табл 4.9).

Насіннева продуктивність гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності, т/га

Норма висіву, млн./га	Урожайність зерна, т/га		Середнє за роками, т/га
	2020	2021	
Контроль			
1,0	2,38	2,42	2,40
1,2	2,46	2,53	2,49
1,4	2,58	2,61	2,59
1,6	2,44	2,49	2,47
Ризоактив бобові (2,0 л/т)			
1,0	2,43	2,49	2,46
1,2	2,54	2,55	2,55
1,4	2,62	2,63	2,63
1,6	2,55	2,58	2,56
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)			
1,0	2,52	2,54	2,53
1,2	2,58	2,62	2,60
1,4	2,68	2,74	2,73
1,6	2,62	2,80	2,71

В цілому по досліді найбільш ефективним виявилось комплексне застосування мікробіологічних препаратів на час допосівної інокуляції насіння та його сівби із нормою висіву 1,4 млн./га, де рівень зернової продуктивності становив 2,73 т/га.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У АГРОЦЕНОЗАХ ГОРОХУ РІЗНОЇ ЩІЛЬНОСТІ

Важливим показником, що підтверджує або спростовує ефективність застосування прийомів технології отримання якісного насіння, є економічні аспекти формування врожаю. Адже саме запорука отримання високої та стабільної продуктивності цієї культури дає змогу надалі рекомендувати і впроваджувати у виробництво кращі з пропонованих сортів [87-89].

Оцінка економічної ефективності внесення мінеральних добрив та проведення позакореневого підживлення рослин проводилася з урахуванням витрат засобів виробництва на 1 га, сумарного прибутку, собівартості 1 т продукції, рівня рентабельності за цінами 2021 року.

Розрахунки показали, що економічна ефективність вирощування гороху обумовлювалася величинами виробничих витрат і умовно-чистого доходу, які у варіантах дослідів змінювалися у межах 30327-33112 грн./га і 9669-13651 грн/га відповідно.

Найбільш доцільним виявилось проведення сівби насіннєвим матеріалом, обробленим комплексом мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих мікроорганізмів із нормою висіву 1,4 млн. схожих насінин на 1 га, що надало можливість отримати умовно-чистий прибуток на рівні 13651 грн./га та підвищити рентабельність виробництва зернової продукції до 113,8 % (табл 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування гороху за застосування мікробіологічних препаратів у посівах різної щільності (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіант	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
---------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	----------------------	-------------------

Контроль					
1,0	40800	30327	10473	12636	82.8
1,2	42330	31234	11096	12543	88.4
1,4	44030	31728	12302	12250	100.4
1,6	41990	32321	9669	13085	73.9
Ризоактив бобові (2,0 л/т)					
1,0	41820	31436	10384	12778	81.2
1,2	43350	31567	11783	12379	95.2
1,4	44710	31934	12776	12142	105.2
1,6	43520	32854	10666	12833	83.1
Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т)					
1,0	43010	31986	11024	12642	87.2
1,2	44200	32328	11872	12433	95.5
1,4	46410	32759	13651	11999	113.8
1,6	46070	33112	12958	12218	106.1

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Зміна земельних власників та форм ведення сільськогосподарського виробництва, їх переорієнтація на отримання максимальної величини прибутку від виробництва сільськогосподарської продукції без екологічного обґрунтування проведення агротехнологічних операцій вирощування спричинили значне погіршення родючості ґрунтів, обумовлене втратою значної

частину гумусу. Найродючіші у світі чорноземи перетворились у ґрунти із середнім рівнем родючості й продовжують погіршуватись [89].

За сучасних умов впровадження інтенсивних технологій вирощування спостерігається значне підвищення втрат гумусу, погіршення водних і агрофізичних властивостей ґрунтів. У цьому відношенні значного негативного впливу на стан агроландшафтів набуває збільшення розораних територій, і пов'язане із цим виникнення несприятливих природних процесів. Значна розораність території призводить до зниження її природнього потенціалу, тобто рослинність території стає одноманітною.

Значна екологічна шкода земельним ресурсам завдається через забрудненість ґрунтів викидами промисловості та хімізації сільськогосподарського виробництва [90].

Для протидії поширенню даних небезпечних екологічних явищ проводяться заходи з ресурсно-екологічної безпеки, у ході яких визначається стан захищеності життєво важливих потреб держави і суспільства у природних ресурсах і середовища існування від внутрішніх і зовнішніх загроз.

Разом з тим розробляється система законодавчо закріплених політичних, правових, економічних та екологічних гарантій, що містять сукупність певних умов та заходів і забезпечують створення та підтримку прийняттого рівня захищеності держави і суспільства від дії дестабілізуючих чинників розвитку, в першу чергу таких як зростання дефіциту ресурсів, втрата (виснаження) компонентів природно-ресурсного потенціалу, життєво важливих для здоров'я і благополуччя населення, внаслідок порушення стабільності і функціонування екологічних систем різного ієрархічного рівня [91].

Задля запобігання негативного впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище, оцінки ступеню екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах проводиться екологічна експертиза. Її проведення полягає у:

- визначенні ступеня екологічного ризику і безпеки діяльності, що є запланованою чи здійснюваною;

- організації комплексної, науково-обґрунтованої оцінки об'єктів екологічної експертизи;
- встановленні відповідності об'єктів експертизи вимогам екологічного законодавства, санітарних норм, будівельних норм і правил;
- оцінці впливу діяльності об'єктів екологічної експертизи на стан навколишнього природного середовища, здоров'я людей і якість природних ресурсів;
- оцінці ефективності, повноти, обґрунтованості та достатності заходів щодо охорони навколишнього природного середовища і здоров'я людей;
- підготовці об'єктивних, всебічно обґрунтованих висновків екологічної експертизи.

Об'єктами екологічної експертизи є:

- проекти законодавчих та інших нормативно-правових актів;
- передпроектні, проектні матеріали;
- документація по впровадженню нової техніки, технологій, матеріалів, речовин, продукції, реалізація яких може призвести до порушення екологічних нормативів, негативного впливу на стан навколишнього природного середовища, створення загрози здоров'ю людей.

Проведення екологічної ситуації проводиться для визначення екологічних ситуацій, що склалися в окремих населених пунктах і регіонах, а також діючих об'єктів та комплексів, діяльність яких пов'язана із значним негативним впливом на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей.

Суб'єктами екологічної експертизи є:

- Міністерство охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України, його органи на місцях, створювані ними спеціалізовані установи, організації та еколого-експертні підрозділи чи комісії;
- Органи та установи Міністерства охорони здоров'я України - в частині, що стосується експертизи об'єктів, які можуть негативно впливати чи впливають на здоров'я людей;
- Інші державні органи, місцеві Ради народних депутатів і органи виконавчої влади на місцях відповідно до законодавства;

- Громадські організації екологічного спрямування чи створювані ними спеціалізовані формування;
- Інші установи, організації та підприємства, в тому числі іноземні юридичні і фізичні особи, які залучаються до проведення екологічної експертизи;
- Окремі громадяни в порядку, передбаченому Законом України «Про екологічну експертизу» та іншими актами законодавства [92, 93].

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ

У сучасному агровиробництві досить на підприємствах усіх форм власності важливою та актуальною є проблема покращання умов праці та створення безпечних і комфортних для умов для виконання поставлених завдань персоналом [94-98].

Вимоги безпеки під час виконання робіт у сільськогосподарському виробництві регламентують Правила охорони праці у сільськогосподарському

виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 21.09.2018 за № 1090/32542 (НПАОП 01.0-1.02-18); Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, затверджені наказом Міністерства праці України від 30.11.2001 № 512 (НПАОП 01.41-1.01-01) [99-101].

Основні вимоги безпеки під час обробітку ґрунту та сівби полягають у:

1. Механізованому завантаженні сівалок і садильних машин насінням та добривами. Ручне завантаження може бути можливим лише за умови зупинки посівного агрегату та вимкнення двигуна трактора.

2. Комплектації машин необхідними засобами для очищення робочих органів. Забороняється проводити очищення або технологічне регулювання робочих органів на агрегаті який перебуває у процесі руху.

3. Забороні перебування працівників у кузові автомашини або тракторного причепа під час навантаження у нього посівного матеріалу.

4. Подачі сигналу перед початком руху агрегату, ввімкненням гідросистеми або валу відбору потужності трактора.

5. Проведенні заглиблення робочих органів тільки на ходу агрегату. Керування робочими органами, їх переключання у робоче або транспортне положення допускається тільки з кабіни трактора.

6. Забороні підйому навісної машини з увімкненим валом відбору потужності і вмикання валу відбору потужності у транспортному положенні машини (знаряддя).

7. Виконання у парі зчеплення та навішування машин і обладнання на трактор. Працівник, який проводить зчеплення не повинен стояти на шляху руху трактора, а зчеплення починати тільки після сигналу тракториста. З'єднувати причіпну сергу з причіпним пристроєм машин потрібно тільки за умови зупинення трактору і вимкненні передачі.

8. Забороні залишення без нагляду ґрунтооброблювального агрегату з увімкненим двигуном трактора. За тривалої зупинки агрегату необхідно здійснити гальмування, опустити робочі органи і вимкнути двигун.

9. Негайній зупинці агрегату за виникнення аварійної ситуації.

10. Періодичній перевірці у процесі роботи агрегату надійності навіски причіпної машини, кріплення і роботи робочих органів.

11. Зупинці агрегату і опусканні робочих органів при проведенні заправки машини, заміни, регулювання й очищення робочих органів від зайвих предметів, земляних глиб, налиплого ґрунту і залишків рослин. Усі ці роботи необхідно проводити в рукавицях із застосуванням спеціальних засобів для очищення (скребків).

12. Використанням сівальником спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту (захисних окулярів, респіратору).

13. Припиненні робіт у разі виявлення вибухонебезпечних предметів.

ВИСНОВКИ

1. Застосування допосівної обробки насіння комплексом мікробіологічних препаратів Ризоактив бобові (2,0 л/т) (на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum*) і Бінорма фосфор (2,0 л/т) (на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів – спорових бактерій *Bacillus megaterium* і *Bacillus amyloliquefaciens* і мікроміцетів *Trichoderma harzianum*) має стимулюючий ефект на початковий розвиток рослин гороху посівного.

2. Проведення інокуляції насіння мікробіологічних препаратів на основі мікроорганізмів- азотфіксаторів і фосформобілізаторів та створення оптимальної біологічної структури посівів 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. Проведення допосівної інокуляції насіння комплексом Ризоактив бобові (2,0 л/т) + Бінорма фосфор (2,0 л/т) та сівби його із нормою 1,4 млн.шт/га сприяє підвищенню насінневої продуктивності гороху посівного сорту Царевич до 2,73 т/га та отриманню рентабельності виробництва насінневого матеріалу на рівні 113,8 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

При вирощуванні гороху посівного в умовах лівобережного Лісостепу для оптимізації протікання продукційного процесу, підвищення насінневої продуктивності посівів до рівня 2,73 т/га рекомендовано проводити інокуляцію насіння комплексом Ризоактив бобові (2,0 л/т) (на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Rhizobium leguminosarum* bv. *Pisum*) і Бінорма фосфор (2,0 л/т) (на основі фосформобілізуючих мікроорганізмів – спорових бактерій

Bacillus megaterium i *Bacillus amyloliquefaciens* i мікроміцетів *Trichoderma harzianum*) та висівати його із нормою 1,4 млн./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Каменський В. Ф. Голодна А.В., Дворецька С.П. Зернобобові культури – джерело біологічного азоту. Вісник аграрної науки. К., 2000. С. 45–49.
2. Капінос М.В. Використання біопрепаратів та регуляторів росту рослин при вирощуванні гороху посівного (*Pisum sativum* L.). Вплив змін клімату на онтогенез рослин: Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 року: матеріали доповідей. Миколаїв, 2018. С. 195–197.

3. Макашева Р.Х., Хангильдин В.В. Генетика культурных растений: зернобобовые, овощные, бахчевые. Л. 1990. С. 15–80.
4. Соболев Н.А. Наследование содержания белка в семенах гороха. Сб. научных трудов: актуальные вопросы селекции сортов зернобобовых культур. Орел, 1983. С. 52-58.
5. Володин В.И. Биохимические аспекты улучшения белковых комплексов семян зерновых бобовых культур. Производство и использование растительного белка. Краснодар, 1981. Т. 164. С. 80.
6. 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.
7. Кретович В. Л. Биохимия усвоения азота воздуха растениями. Москва: Наука, 1994. 167 с.
8. Арсений А. А. Научные основы повышения урожайности и сбора белка у зернобобовых культур. Сборник научных трудов зернобобовых и крупяных культур (селекция, семеноводство и технология возделывания зернобобовых культур). Орел: Труд, 1985. С. 42–46.
9. Gill S.S., Tuteya N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiol. Biochem.* 2010. V. 48. P. 909–930.
10. Asfaw S. Gender integration into climatesmart agriculture. Rome: Maggio, Food and Agriculture Organization of the UN, 2016. 20 p.
11. Eaglesham A., Hassoura S., Seegers R. Fertilizer N – effectson on N₂ fixation by cowpea and soybean. *Agron. J.* 1983, V. 75. № 1. P. 61.
12. Господаренко Г. Особливості удобрення сої. *FARMER.* 2012. № 4. С. 16–18.
13. Лихочвор В. Особливості вирощування гороху. Пропозиція. 2004. № 4. С. 34–35.
14. Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. *Физиология и биохимия культурных растений.* 2001. № 4. С. 355–362.

15. Коблай О. О. Формування продуктивності сої залежно від способів передпосівної підготовки насіння в умовах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с-г наук. Дніпропетровськ, 2011. 22 с.
16. Мартинюк О. М. Особливості формування врожаю зернобобових культур залежно від технології вирощування в західному Лісостеп: Наук.- практ. конф. молодих вчених. Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур – у виробництво. Чабани, 2004: матеріали доповідей. Чабани, 2004. С. 42–43.
17. 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.
18. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных препаратов при выращивании бобовых культур в Крыму. Земледелие. 2015. №2. С. 31–33.
19. Шерстобоева О. В., Чайковська В. В., Чабанюк Я. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. Мікробіологія і біотехнологія. 2007. №1. С. 75–81.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. Турина Е. Л., Дидович С. В., Кулинич Р. А. Применение полифункциональных препаратов при выращивании бобовых культур в Крыму. Земледелие. 2015. №2. С. 31–33.

24. Шерстобоева О. В., Чайковська В. В., Чабанюк Я. В. Комплексні мікробні препарати для інтегрованих систем землеробства. Мікробіологія і біотехнологія. 2007. №1. С. 75–81.
25. 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.
26. Туріна Е. Л., Дідович С. В., Кулініч Р. А., Дідович О. М. Вплив мікробних препаратів на мікробіологічні процеси в ризосфері і продуктивність зернобобових культур. Збірник наукових праць подільського державного аграрно-технічного університету. 2015. Вип. 23. С. 126–134.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. Господаренко Г. Особливості удобрення зернобобових. The Ukrainian Farmer. 2013. №2. С. 66–68.
31. 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.

32. Грищук П.І. Вплив щільності агроценозу гороху посівного на його зернову продуктивність. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. №2. С.48-51.
33. Камінський В.Ф., Дворецька С.П. Ефективність моделей технології вирощування гороху залежно від рівня їх інтенсифікації. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Умань. 2003. С. 734-737.
34. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 81-82.
35. Черенков А.В., Шевченко М.С. Стратегія виробництва зернобобових культур і сої в Степу України. Вісник аграрної науки. 2017. №1. С. 13-18.
36. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування сільськогосподарських культур. 5-те вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2020. 806 с.
37. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів. НВФ"Українські технології". 2008. 624 с.
38. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 81-82.
39. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету "Сільське господарство та лісівництво". 2019. Випуск 13. С.84-93.
40. Грищук П. І. Особливості встановлення кількісної норми висіву гороху посівного. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 81-82.
41. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. Каталог сортів і гібридів польових культур Інституту рослинництва ім В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 77 с.

42. Прищепо М.М., Сергеев Л.А., Конащук О.П. Вирощування насінневого гороху на півдні України. *Агроном*. 2018. №4. С. 138-140.
43. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. [та ін.]. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном*. 2018. №3. С. 166-167.
44. Король Л.В. Формування фотосинтетичного апарату гороху залежно від впливу добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. Вип. 1. С. 121-127.
45. Вавилов П. П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. Москва: Россельхозиздат, 1983. 256 с.
46. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
47. Моргун Ф. Т., Шикула Н. К., Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие, 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Урожай, 1988. 256 с.
48. Bright J. Designing irrigation systems to use water efficiently New Zealand Institute of Primary Industry Management Conference. 2002. P. 185–188.
49. 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.
50. 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.
51. 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
52. Полтавська область: природа, населення, господарство. Географічний та історико-економічний нарис / За ред. К.О. Маца. Полтава: Полтавський літератор, 1998. – 336 с.

53. 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.
54. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416 с.
55. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури)/за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.
56. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вищ. шк., 1994. 334 с.
57. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах/ Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.. Москва : АН СССР, 1961. 133 с.
58. Методика проведення досліджень у кормовиробництві, та годівлі тварин/Бабич А. О. та ін. ; під ред. А. О. Бабича. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с
59. 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.
60. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой/Д. С. Филев и др. Тр. ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с.
61. Орленский Н. А., Орленская Н. А. Биоэнергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно. Зерновое хозяйство. 2005. №1. С. 20.
62. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Центральная база данных производства зерна кукурузы. URL: <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>
63. 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.
64. Зернові бобові. Рекомендації з вирощування. Компанія BASF Agro. 2017. 63 с.
65. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми. ВТД "Університетська книга". 2004. 464 с.

66. 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.
67. Зуза В. Горох без бур'янів. Farmer. 2016. Березень. С. 100–102.
68. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
69. 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.
70. 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.
71. Іщенко В.І. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. Запоріжжя. 2013. №18. С. 85-92.
72. 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.
73. 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
74. 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.
75. Нечаев Е. Х. Плодородие почвы и симбиотическая активность гороха при биологизации его возделывания в лесостепи Заволжья/ Самара, 2004. С. 392–401.
76. Николаев И. Н. Разумова В.В. Минимальная обработка гороха. Зерновое хозяйство. – 2002. – №2. – С.10

77. 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.
78. Коць С.Я., Моргун В.В., Патыка В.Ф. и др. Биологическая фиксация азота: моногр.: в 4-х т. Т. 2: Бобово-ризобиальный симбиоз. Киев: Логос, 2011. 523 с.
79. Пономаренко С.П., Терек О.И., Грицаенко З.М. и др. Биорегуляция микробно-растительных систем; под ред. Г.А. Иутинской, С.П. Пономаренко. Киев: Ничлава, 2010. 472 с.
80. Надкерничная Е.В. Ковалевская Т.В. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. № 4. С. 355-362.
81. Петриченко В.Ф., Тихонович І.А., Коць С.Я. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. Вісник аграрної науки. 2012. № 8. С. 5-11.
82. Ижик Н. К. Полевая всхожесть семян. Киев : Урожай, 1976. 200 с.
83. Пилипенко В. С., Каленська С. М., Гончар Л. М. Формування асиміляційної поверхні гороху залежно від рівня мінерального живлення та інокуляції насіння. Збірник наукових праць «Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України». 2016. Вип. 20 (34). С. 20–28.
84. Нідзельський В.А. Площа асиміляційної поверхні гороху вусатого. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. Львів. Львів. нац. аграр. ун-т. 2012. №16. С.268-272.
85. Кобызева Л.Н., Безуглая О.Н. Видовое разнообразие зерновых бобовых культур в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины 158 и его значение для селекционной практики. Генетичні ресурси рослин. Харків. 2009. №7. С. 9-21.
86. Тихонович И. А. Интеграция генетических систем растений и микроорганизмов при симбиозе. Успехи современной биологии. 2005. Т. 125. № 3. С. 227–238.

87. Економіка виробництва зерна (з основами організації і технології виробництва): монографія / В.І. Бойко, Є.М. Лебідь, В.С. Рибка [та ін.]; за ред. В.І. Бойка. К.: ННЦ ІАЕ, 2008. 400 с.
88. Формування нормативних витрат і доходів та баланси сільськогосподарської продукції в Україні та інших країнах світу / За ред. О.М. Шпичака. К.: ІАЕ, 2003. 484 с.
89. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко [та ін.]; За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Саблука. К.: Преса України, 2003. 800 с.
90. Агробізнес України. Надмірне застосування добрив [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.agrobiznes.org.ua/node/165
91. Бойчук Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. Посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. – 284 с.
92. Гавриленко О. П. Екогеографія України: навч. посібник [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.pidruchniki.ws/12991010 /ekologiya/ monitoring_navkolishnogo_prirodnogo_seredovischa_ukrayini
93. Державний моніторинг навколишнього середовища України [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.slv.com.ua/darom/ekologia/006.html
94. Агеєв Е.Я. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2009. – С. 53-56.
95. Войналович О.П. Моніторинг виробничого травматизму у рослинництві. Охорона праці, 2006, №9. с. 36-37.
96. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці. Київ: Каравела, 2008. с. 34-41.
97. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2002. с. 40 -52.
98. Ершова М.А., Белашова І.Г. Профессиональная заболеваемость в сельском хозяйстве Украины. Гигиена труда. Вип. 31. 2000. С.32-39
99. 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.
100. Купчик М.П., Гандзюк М.П. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000 Серія: Технічні науки Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету №2 (79) 2013 р.

101. Ткачов В. Безпека праці на підприємствах АПК. Охорона праці, №3, 2009.
с 23.