ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Факультет агротехнологій і природокористування
Кафедра рослинництва, селекції та насінництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«УДОСКОНАЛЕННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ В УМОВАХ СФГ «МЕДОБОРИ ПОДІЛЛЯ» КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної форми навчання
МАКОГОН Сергій Володимирович

Керівник:

к.с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва,
селекції та насінництва

_____НЕБАБА Катерина Станіславівна

Оцінка захисту:

Національна шкала _____
Кількість балів ____ Шкала ECTS ___

«____»_____ 2025 р.

Допускається до захисту:
«____»_____2025 р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
доктор с.-г. наук, професор
_____ ВІЛЬЧИНСЬКА Людмила Аліковна

м. Кам'янець–Подільський, 2025

ЗМІСТ

Вступ	3
Анотація	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ (огляд літератури)	9
1.1 Значення, сучасний стан гороху посівного в Україні та світі	9
1.2 Біологічні особливості культури та агротехнічне значення гороху	13
1.3 Формування продуктивності гороху залежно від системи живлення	14
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень	20
2.2 Схема і методика проведення досліджень	23
РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ	27
3.1 Польова схожість та густота стояння рослин гороху посівного	27
3.2 Формування висоти рослин гороху залежно від впливу основних елементів технології вирощування гороху	29
3.3 Фенологічний моніторинг та динаміка ростових процесів рослин гороху	32
3.4 Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від технологічних заходів	35
РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ	38
4.1 Структура елементів продуктивності гороху залежно від технології вирощування	39
4.2 Особливості формування урожаю гороху залежно від елементів технології вирощування	40
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО	44
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЇ	47
ВИСНОВКИ	51
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТКИ	60

ВСТУП

Сучасне сільське господарство України потребує підвищення ефективності вирощування зернобобових культур, серед яких важливе місце займає горох. Як цінна продовольча, кормова та технічна культура, горох забезпечує високу якість білкової продукції, є незамінною складовою раціонів тваринництва та відіграє ключову роль у збагаченні ґрунту на азот завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями. У системах сталого землеробства, коли пріоритетом є збереження родючості ґрунтів та зниження витрат на мінеральні добрива, горох набуває особливого значення як одна з найефективніших культур-попередників та природний азотфіксатор.

Умови Хмельницької області, зокрема Кам’янець-Подільського району, характеризуються сприятливим кліматом та родючими ґрунтами, що створює передумови для стабільного вирощування зернобобових культур. Проте врожайність гороху в господарствах регіону нерідко залишається нижчою за потенційні можливості культури. Це зумовлено як біотичними факторами – ураженням хворобами, пошкодженням шкідниками, конкуренцією бур’янів, – так і абіотичними: нестачею доступної вологи, порушенням строків сівби, нераціональним удобренням чи недосконалістю агротехнічних прийомів. Саме тому актуальним є удосконалення технології вирощування гороху відповідно до ґрунтово-кліматичних умов конкретного господарства.

Селянське (фермерське) господарство «Медобори Поділля» здійснює вирощування широкого спектра польових культур і зацікавлене у підвищенні економічної ефективності виробництва. У структурі посівних площ господарства горох може відігравати важливу роль як високобілкова культура, що забезпечує рентабельність виробництва та покращує фітосанітарний стан ґрунту. Проте для отримання стабільно високих урожаїв необхідно оптимізувати окремі елементи технології — підбір сортів, строки та способи сівби, систему удобрення, засоби регуляції росту, захист рослин від бур’янів, хвороб і шкідників, а також впровадження енергоощадних технологічних рішень.

Удосконалення технології вирощування гороху має не лише виробниче, а й економічне значення. Підвищення продуктивності культури та зниження енергетичних і матеріальних витрат дозволить покращити фінансові показники господарства, підвищити окупність виробництва та забезпечити конкурентоспроможність продукції на ринку. Важливим є й те, що результати досліджень можуть бути використані у подальшому плануванні сівозмін, оптимізації систем землеробства та формуванні екологічно орієнтованих технологій вирощування бобових культур.

Таким чином, тема дипломної роботи є актуальною з наукової, агротехнічної, екологічної та економічної точок зору. Вона спрямована на розроблення рекомендацій щодо підвищення ефективності вирощування гороху в умовах СФГ «Медобори Поділля» та обґрунтування можливостей удосконалення окремих елементів технології відповідно до сучасних вимог виробництва.

АНОТАЦІЯ

Актуальність теми. Серед зернобобових культур горох вирізняється високим потенціалом урожайності, який у виробничих умовах сягає 3,0–6,0 т/га, а в провідних фермерських господарствах Західної Європи підвищується до 10,0 т/га [4]. В Україні він залишається незамінною зернобобовою культурою, що зумовлено його значними продовольчими, кормовими та агротехнічними перевагами.

Зерно гороху характеризується високою поживною цінністю: містить 20–35 % протеїну, крохмаль, цукри, жири, широкий спектр вітамінів (А, В1, В2, В6, С, РР, К, Е), каротиноїди та значну кількість мінеральних елементів – калій, кальцій, марганець, залізо, фосфор. Завдяки цьому горох є не лише харчовим, а й дієтичним та лікувальним продуктом, рекомендованим, зокрема, для людей із серцевими захворюваннями. Енергетична цінність 100 г зерна становить 491 ккал (для порівняння – у пшениці 457 ккал), а вміст білка наближений до його кількості в сирому м’ясі.

В 1 кг зерна міститься 1,17 к.о., 180–240 г перетравного протеїну, 15,2 г лізину, 3,2 г метіоніну, 2,3 г цистину й 1,6 г триптофану. Зелені горошини овочевих сортів містять до 25–30 % цукрів. Горохове борошно широко застосовується у виробництві концентрованих кормів, а зелена маса, сіно і солома – цінні корми для тварин [10, 22].

Агротехнічна цінність культури полягає у здатності збагачувати ґрунт органічною речовиною та фіксованим азотом, поліпшувати фітосанітарний стан, структуру та родючість ґрунту. Завдяки добре розвиненій кореневій системі горох мобілізує важкорозчинні сполуки фосфору, що позитивно впливає на живлення культур, які вирощуються після нього. Він є одним з найкращих попередників

Серед зернобобових культур горох вирізняється високим потенціалом урожайності, який у виробничих умовах сягає 3,0–6,0 т/га, а в провідних фермерських господарствах Західної Європи підвищується до 10,0 т/га [4]. В

Україні він залишається незамінною зернобобовою культурою, що зумовлено його значними продовольчими, кормовими та агротехнічними перевагами.

Зерно гороху характеризується високою поживною цінністю: містить 20–35 % протеїну, крохмаль, цукри, жири, широкий спектр вітамінів (А, В1, В2, В6, С, РР, К, Е), каротиноїди та значну кількість мінеральних елементів – калій, кальцій, марганець, залізо, фосфор. Завдяки цьому горох є не лише харчовим, а й дієтичним та лікувальним продуктом, рекомендованим, зокрема, для людей із серцевими захворюваннями. Енергетична цінність 100 г зерна становить 491 ккал (для порівняння – у пшениці 457 ккал), а вміст білка наближений до його кількості в сирому м'ясі.

В 1 кг зерна міститься 1,17 к.о., 180–240 г перетравного протеїну, 15,2 г лізину, 3,2 г метіоніну, 2,3 г цистину й 1,6 г триптофану. Зелені горошини овочевих сортів містять до 25–30 % цукрів. Горохове борошно широко застосовується у виробництві концентрованих кормів, а зелена маса, сіно і солома – цінні корми для тварин [10, 22].

Агротехнічна цінність культури полягає у здатності збагачувати ґрунт органічною речовиною та фіксованим азотом, поліпшувати фітосанітарний стан, структуру та родючість ґрунту. Завдяки добре розвиненій кореневій системі горох мобілізує важкорозчинні сполуки фосфору, що позитивно впливає на живлення культур, які вирощуються після нього. Він є одним з найкращих попередників у сівозмінах і виступає високоефективним сидератом [21].

Мета досліджень – встановити вплив мінерального живлення та регуляторів росту на формування продуктивності гороху посівного в умовах СФГ «МЕДОБОРИ ПОДІЛЛЯ».

Завдання досліджень:

– з'ясувати особливості ростових процесів та формування зернової продуктивності гороху залежно від передпосівної обробки насіння і мінерального живлення;

– визначити закономірності зміни показників фотосинтетичної продуктивності рослин за різних варіантів обробки насіння та мінеральних добрив;

– оцінити індивідуальну продуктивність рослин та рівень урожайності за досліджуваних технологічних прийомів; провести економічну оцінку технологій вирощування гороху, що включають застосування мінеральних добрив і регуляторів росту.

Об’єкт дослідження – процеси росту та розвитку рослин гороху посівного за різних способів передпосівної обробки насіння та удобрення в умовах СФГ «МЕДОБОРИ ПОДІЛЛЯ».

Методи досліджень:

- візуальні: для спостереження фенологічних фаз;
- кількісні: для визначення густоти, польової схожості та виживання рослин;
- вимірювальні: для встановлення висоти рослин;
- фізіологічні: для оцінки фотосинтетичної діяльності рослин упродовж вегетації;
- метод монолітів: для дослідження симбіотичного апарату;
- метод пробного снопа: для визначення елементів продуктивності;
- порівняльно-розрахункові: для економічної оцінки технологічних варіантів.

Наукова новизна. Уперше для умов СФГ «МЕДОБОРИ ПОДІЛЛЯ» встановлено особливості впливу передпосівної обробки насіння та внесення мінеральних добрив на ріст, розвиток та формування високопродуктивних посівів гороху. Обґрунтовано доцільність застосування регуляторів росту для підвищення врожайності культури. Визначено взаємозв’язки між гідротермічними умовами регіону та рівнем урожайності. Проведено економічну оцінку запропонованих технологічних рішень. Удосконалено елементи технології вирощування за рахунок оптимізації досліджуваних прийомів та

доведено їх економічну ефективність. Розширено наукові уявлення про формування структурних елементів урожайності гороху залежно від передпосівного оброблення насіння та системи мінерального живлення.

Структура і обсяг роботи. Дипломна робота викладена на 67 сторінках і містить вступ, п’ять розділів, висновки, пропозиції для виробництву та додатки. Представлено 9 таблиць, 9 рисунків і 8 додатків. Список використаних джерел включає 63 найменування, з них 10 – латиницею.

Практичне значення результатів полягає в обґрунтуванні інтенсивних сортових технологій вирощування гороху, що базуються на застосуванні мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ та регуляторів росту в період вегетації. Запропоновані технологічні рішення можуть бути впроваджені у виробничу практику для підвищення врожайності та економічної ефективності вирощування культури.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ (огляд літератури)

1.1 Значення, сучасний стан гороху посівного в Україні та світі

У зерновому балансі України вагоме місце відводиться зернобобовим культурам, зокрема гороху, оскільки він забезпечує досить високі та стабільні урожаї зерна та високу його якість, порівняно з іншими бобовими культурами і є одним з кращих попередників озимих культур. Зерно гороху відзначається високим умістом білка, який є важливою складовою частиною харчування людей, а також цінним кормом для сільськогосподарських у вигляді зернофуражу, зеленого корму, силосу, сіна, сінажу. Введення гороху в раціон тварин суттєво скорочує витрати кормів на виробництво одиниці тваринницької продукції та знижує її собівартість [20].

Перевага бобових, у тому числі гороху, перед зерновими проявляється не тільки в кількісному вмісті білка, але особливо – в його якості. Біологічна цінність білка перш за все визначається збалансованістю в ньому незамінних амінокислот (вони життєво необхідні для живого організму, але можуть бути синтезовані тільки рослинами) і ступенем засвоюваності [25].

Крім білкових речовин, зерно гороху вміщає також інші азотисті сполуки а саме: вільні амінокислоти та їх аміди, нуклеїнові кислоти, пептиди, азотисту основу, мінеральний азот. В насінні культури вміст вільних амінокислот складає 4-5 % маси зерна, тобто 12-15 % загального азоту. Як правило до цієї фракції включено усі незамінні амінокислоти, що в значному ступені підвищує харчову цінність гороху. В залежності від умов вирощування кількість крохмалю в насінні різних сортів гороху може коливатися від 40 до 55 %. Крім крохмалю в насінні міститься значна кількість цукрів. Основним цукром у всіх видів зернобобових є сахароза, у деяких до складу входить рафіноза, моносахаридів у

них дуже мало. Також в складі зерна гороху містяться й інші вуглеводи – клітковина, геміцелюлози, пектинові речовини, пентозами, які входять до складу насіннєвих оболонок, клітинних стінок чи грають роль запасних речовин [41, 50].

Вміст жиру невеликий в межах 2-3 % і у різних сортів культури коливається незначно. В насінні жир, головним чином, знаходиться у зародку. Кількість золи в насінні гороху значно коливається і залежить від ґрунтів та агротехнічних прийомів їх обробітку, клімату. Середній вміст золи від 2 до 5 %, як і у злаків, зола на 75 % складається з фосфору і калію. На відміну від злаків, в золі гороху менше магнію, але більше кальцію і особливо, сірки. Також до складу зерна гороху входить значний спектр вітамінів, вміст яких складає в межах 0,68-0,81 мг вітаміну В1; 0,15-0,18 мг вітаміну В2; 2,12,4 мг вітаміну РР; 0,16-0,19 мг вітаміну В6; 20-40 мг вітаміну С; 0,27-0,29 мг вітаміну К; 0,49-0,56 мг каротину; 200-220 мг інозиту [12, 34].

Не менш істотна роль гороху в кормовиробництві, оскільки дефіцит рослинного білка в кормових раціонах, що досягає до 20-25 %, призводить до зниження продуктивності тварин. Розмелене зерно гороху є концентрованим кормом для м'ясних і молочних порід ВРХ. Зелена маса чудово поїдається всіма видами тварин, особливо свинями. Ефективне використання її як компонент сінажної, зерно-сінажної і силосної сировини. У 100 кг горохової соломи міститься 23 кормові одиниці і більше 3 кг перетравного протеїну. Додавання соломи до кукурудзи, а також до інших силосних культур покращує якість силосу, підвищуючи в ньому вміст протеїну [14, 35].

Зернобобові культури, в тому числі горох, відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності сівозміни завдяки їх здатності накопичувати в ґрунті велику кількість азоту та органічних речовин. Вирощування гороху у сівозміні забезпечує зростання врожаю інших культур і також покращує їх якість. Він поліпшує біологічні процеси в ґрунті, внаслідок сприятливого хімічного складу кореневих та післяжнивних решток, що підвищує ферментативну активність та спроможність наступних культур сівозміни використовувати малорозчинні

поживні речовини. Активна діяльність бульбочкових бактерій та основні біологічні процеси розвитку рослин поліпшують азотний баланс ґрунту, що в свою чергу підвищує його родючість, завдяки чому формуються сприятливі умови азотного, фосфорного і калійного живлення рослин [49]. За твердженням А.М. Розвадовського [36], горох у сівозміні значно поліпшує проходження біологічних процесів у ґрунті, завдяки сприятливому хімічному складу кореневих та післяжнивних решткiв, що сприяє підвищенню рівня ферментативної активності та дозволяє наступній культурі сівозміни використовувати малорозчинні поживні речовини. Крім того, горох залишається пріоритетним і в агротехнічному значенні як бобова культура з енергозберігаючим потенціалом.

За площами посіву горох не є лідером серед однорічних бобових культур, займаючи лише п’яте місце у світі, однак він відіграє важливу роль у розв’язанні зернової і білкової проблем в ряді країн Європейського союзу, Росії, Канаді, Україні, КНР, Австралії, Індії та ін., де залишається однією з провідних зернобобових культур [37].

За даними FAO STAT у 2014 р світове виробництво гороху знаходилося в межах 10,9 млн т. Найбільшим виробником вважається Канада, яка за рік виробляє понад 3,5 млн тонн зерна гороху. На другому місці – Китай (1,57 млн тонн). У Європейському Союзі (932 тис. т) основне виробництво зосереджено у Франції (близько 512 тис. т), Німеччині (155 тис. т) та Великобританії (128 тис. т). До потужних світових виробників належать і Росія (1,503 млн т), Індія (600 тис. т) та США (понад 778 тис. т). При цьому обсяги суттєво коливаються. До основних постачальників гороху на експортний ринок відносяться Канада, Франція, Австралія та США. Найбільшими імпортерами продукції є Іспанія, Індія та Бангладеш. Закуповують горох на світовому ринку Італія, Китай, Куба, Німеччина, Пакистан та інші країни [49, 50].

Україна за посівними площами гороху серед європейських країн посідає друге місце, поступаючись лише Росії де його площі складають 1,503 млн га. На

даний час площі під посівний горох в Україні невблаганно скорочують, що пов'язано передусім з низькою рентабельністю цієї культури [44].

З 1991 р., спостерігається тенденція до різкого зменшення посівних площ та зниження валових зборів гороху. Так, якщо в 1990 р. посівна площа в усіх категоріях господарств країни становила 1285,5 тис. га, то вже у 1998 р. вона складала лише 538,8 тис. га. Згідно «Програми зерно 2001-2005 рр.» посівна площа гороху мала становити 1,3-1,4 млн га, а фактично становила в середньому 300 тис. га на рік, що склало 24 % від запланованих. За останні десять років в Україні посівні площі скоротились в двічі, а за останні п’ять років їхній рівень зменшився ще на 60 % і в 2015 р. склав лише 168,8 тис. га, а валовий збір – 395,6 тис. тонн, за врожайності 2,34 т/га [41].

Незважаючи на значний агробіологічний потенціал, стабільно високі врожаї гороху в Україні стримуються низкою чинників. Передусім це посилення проявів несприятливих погодних умов останніх років — дефіцит вологи в критичні фази органогенезу, весняні та літні посухи, температурні стреси, що призводять до зниження польової схожості, зрідження посівів та формування неповноцінного врожаю. Додатковими обмеженнями є нестійка кон’юнктура внутрішнього ринку та недостатньо сформований платоспроможний попит на зернобобову продукцію, що знижує економічну зацікавленість аграріїв у розширенні посівних площ культури. Ускладнює ситуацію й фінансово-економічний тиск на сільськогосподарські підприємства, який змушує виробників частіше обирати більш прибуткові та менш ризикові культури з вищим рівнем реалізації та прогнозованістю результатів.

Важливим стримувальним фактором залишається й те, що в значній частині господарств технологія вирощування гороху лишається недостатньо оптимізованою: використовуються застарілі технологічні підходи, недосконалі системи удобрення, не завжди здійснюється раціональний підбір сортів, а інколи ігноруються сучасні методи передпосівної обробки насіння та регуляції ростових процесів. Сукупність цих чинників призводить до того, що фактична

врожайність культури істотно відстає від її потенційних можливостей, що й обумовлює необхідність наукового обґрунтування та вдосконалення інтенсивних технологій вирощування гороху [22].

1.2Біологічні особливості культури та агротехнічне значення гороху

Горох належить до порівняно холодостійких культур, які не потребують високих температур на початку розвитку. Насіння починає проростати вже за 1–2 °С, проте для формування рівномірних та життєздатних сходів необхідно не менше +4…+5 °С. За нижчих температур проростання істотно сповільнюється – сходи з'являються через 15–25 днів, знижується польова схожість і стартова енергія росту. За прогрівання ґрунту до 10 °С насіння проростає значно швидше, і сходи утворюються через 5–7 діб. Молоді рослини гороху витримують короткочасні приморозки до –5…–7 °С. Оптимум температур для вегетативного росту становить +12…+16 °С, а для генеративного розвитку в межах +16…+20 °С. Перегрівання понад +26 °С негативно впливає на формування продуктивності рослин.

Потреба у волозі в гороху висока вже на етапі проростання, адже для набубнявіння насіння необхідно 110–115 % води від його маси. Найсприятливіші умови складаються у регіонах із річною кількістю опадів 450–600 мм і за вологості ґрунту 70–80 % від НВ. Найбільший дефіцит вологи рослини відчувають у період бутонізації, цвітіння та формування бобів. Ранньостиглі сорти вважаються більш посухостійкими, оскільки здатні використати зимові запаси вологи до настання літніх суховіїв.

Горох – світлолюбна культура довгого дня. Нестача освітлення призводить до витягування стебел, вилягання, слабкого розвитку кореневої системи та зниженої кількості зав'язей, що врешті обмежує врожайність. За умов тривалого дня з переважанням довгохвильового спектра розвиток культури пришвидшується, а продуктивність зростає.

Найвищі врожаї горох формує на чорноземах, сірих лісових ґрунтах та окультурених дерново-підзолистих землях. Культура віддає перевагу нейтральній реакції ґрунтового розчину (pH 6,8–7,4) та добре забезпеченим гумусом і поживними елементами ґрунтам. На важких, ущільнених, кислих чи перезволожених ґрунтах розвиток кореневої системи пригнічується, погіршується діяльність бульбочкових бактерій, що робить такі землі непридатними для вирощування культури.

Горох є важливою бобовою культурою, яка збільшує вміст органічної речовини та фіксованого азоту в ґрунті, покращує його структуру та фітосанітарний стан. Залежно від урожайності культура залишає в ґрунті з рослинними рештками 60–90 кг/га N, 15–25 кг/га P_2O_5, 20–30 кг/га K_2O. Завдяки діяльності бульбочкових бактерій рослини забезпечуються значною частиною азоту: орієнтовно 75 % використовується самою рослиною, а близько 25 % залишається в ґрунті, підвищуючи його родючість. Однак ефективність азотфіксації суттєво залежить від достатньої вологості, доброї аерації та помірних температур. За температур понад 28 °C і нестачі вологи утворення бульбочок різко зменшується.

Внесення надмірних доз мінерального азоту негативно впливає на бульбочкові бактерії. Ступінь гальмівної дії залежить від виду азотних солей: амонійні форми інгібують утворення бульбочок у дуже низьких концентраціях, тоді як органічні форми (сечовина, пептон) майже не знижують азотфіксацію. Ґрунтовий гумус, навпаки, може стимулювати розвиток ризобіальних симбіозів. У сортах гороху з вусатим типом листків рекомендовано застосовувати азот переважно як стартовий елемент живлення, що забезпечує рівномірний розвиток рослин і підвищує їх стійкість до вилягання.

1.3 Формування продуктивності гороху залежно від системи живлення

Мінеральні добрива – один з найшвидкодіючих факторів, який впливає на врожайність та якість сільськогосподарської продукції. Важливою умовою формування високопродуктивних агрофітоценозів є створення оптимальних

умов мінерального живлення для росту та розвитку рослин гороху посівного. Удосконалення способів застосування добрив та визначення їх раціональних норм вивчаються на властивостях ґрунту та різних сортів для формування максимальної продуктивності культури [46].

Основною передумовою отримання високої врожайності є забезпеченість рослин гороху поживними речовинами. Використовуючи природну родючість ґрунтів лише в окремі роки можливо отримати високий врожай сільськогосподарських культур, в тому числі гороху, однак повністю реалізувати потенціал вони можуть при оптимізації мінерального живлення [15, 48].

Слід особливу увагу приділити аерації ґрунту і забезпечення вологою. Важкі, запливаючі ґрунти малопридатні для вирощування гороху. Бульбочки не утворюються у сухому ґрунті коли вологість на початку вегетації менша 50-60 % від повної вологоємності. Нестача вологи у пізні фази розвитку гороху призводить до відмирання бульбочок. Оптимальний інтервал вологості для розвитку бульбочок і азотофіксації перебуває в межах 60-80 % від повної вологоємкостій ґрунту [13].

У наукових джерелах відсутня однозначність щодо доцільності внесення мінеральних добрив під зернобобові культури, зокрема горох. Частина дослідників стверджує, що завдяки здатності до симбіотичної азотфіксації ці культури здебільшого самостійно забезпечують себе азотом, тому внесення азотних добрив є малоефективним або навіть недоречним. Натомість інші вчені переконані, що високі врожаї гороху можна отримати лише за поєднання ресурсів симбіотично фіксованого азоту з помірними дозами мінеральних форм цього елементу, які забезпечують рослинам оптимальні умови живлення на всіх етапах онтогенезу [11, 58].

Існує суперечлива думка, за внесення високих доз азотних добрив, рослини гороху повністю переходять на його споживання і бульбочки не утворюються. Нині це питання, досить складне, але разом з тим актуальне яке потребує детального вивчення [7].

Близько 75 % азоту, фіксованого з повітря бактеріями, використовується рослиною, а 25 % залишається в бульбочках. Але в окремих випадках – до рослини може переходити до 90 % азоту. За даними С.П. Дворецької [15], залежно від умов вирощування зернобобові можуть забезпечувати від 22 до 78 % від загальної потреби азоту за рахунок його фіксації з атмосфери. Тому решту потреби для реалізації максимального продуктивного потенціалу рослин потрібно компенсувати шляхом внесення азоту в ґрунт з мінеральними добривами. Однак, В.П. Патика та ін. [33] вважають, що внесення мінеральних азотних добрив під бобові культури в умовах України не забезпечує отримання очікуваного результату. А внесення «стартової» дози азоту 30-40 кг/га тільки стримує формування бульбочок і зменшує їхню нітрогеназну активність.

Азот входить до складу білків, нуклеїнових кислот (РНК – рибонуклеїнової, ДНК – дезоксирибонуклеїнової), хлорофілу та інших органічних сполук. Недостатнє азотне живлення обумовлює пригнічення рослин і веде до слабкого зростання. Підвищене азотне живлення сприяє посиленню синтезу білка, росту листя, утворенню більшої асиміляційної поверхні. Однак надлишок азоту подовжує вегетативний розвиток, посилює вилягання, чутливість до ряду хвороб і пошкоджуваність шкідниками. Зважаючи на те, що горох в основному забезпечується біологічним азотом, який фіксується бульбочковими бактеріями, застосування азотних добрив під нього має певні особливості [43].

Внесені в ґрунт мінеральні азотні добрива відразу вступають у різні реакції та під впливом хімічних, фізико-хімічних або біологічних процесів перетворюються в рухомі сполуки – обмінний амоній або нітрати [7].

У ґрунті де висівати горох повинно бути достатня кількість бульбочкових бактерій специфічних для даного виду. Якщо бактерій немає то насіння слід обробляти бактеріальними препаратами (ризотрофін, нітрагін, бактеріальне добриво). При створенні добрих умов для азотрофіксації, бульбочки мають рожеве забарвлення, а якщо бульбочки сірі чи зеленкуваті вони не працюють.

Бульбочки формуються при утворенні 2-ї пари листків у гороху. У фазі 2-3-х листків починається симбіотична фіксація атмосферного азоту, максимум вона досягає у фазі бутонізації – початок цвітіння і сповільнюється до фази наливу зерна [5].

Калій відіграє ключову роль у синтезі білків і вуглеводів, сприяючи їх транспортуванню та перетворенням у рослинному організмі. Достатнє забезпечення культур калієм підвищує їхню стійкість до посухи й хвороб, покращує інтенсивність обмінних процесів. За дефіциту калію спостерігається відмирання тканин на старших листках, переважно по краях та між жилками. Водночас надмірна кількість калію в ґрунті може прискорювати формування та достигання бобів гороху, що призводить до зменшення їх розміру та стримування росту рослин [6].

Під час розрахунку балансу азоту, фосфору і калію в сівозміні враховують сумарний виніс елементів живлення за повну ротацію залежно від структури культур та прийнятої системи удобрення. Окрім винесення поживних речовин урожаєм, у витратній частині балансу необхідно враховувати втрати мінерального азоту шляхом денітрифікації, які можуть досягати близько 15 % від кількості, внесеної з органічними та мінеральними добривами [29].

Фосфорні добрива сприяють активному росту й розвитку кореневої системи, зокрема кореневих волосків, а також стимулюють життєдіяльність бульбочкових бактерій. Вони зменшують негативний вплив надлишкових доз азоту на процес бульбочкоутворення. Бобові культури, за участю симбіотичних бактерій, здатні переводити важкорозчинні фосфорні сполуки у форми, доступні для засвоєння. Тому нестача фосфору та калію істотно пригнічує інтенсивність азотфіксації. Оптимальне співвідношення та своєчасне внесення цих елементів є необхідною умовою формування запланованого врожаю [11].

У період формування зерна азот сприяє переміщенню калію у всі надземні органи, в той же час в коренях його залишається вдвічі менше. Тоді як під час

дозрівання зерна, калій накопичується в бобах та насінні за рахунок відтоку його з листків, коренів та стебел [11].

Відомі агрохіміки вважають, що для одержання стабільних врожаїв сільськогосподарських культур у сівозмінах без втрат родючості ґрунту необхідно застосовувати таку систему удобрення, яка б забезпечувала відшкодування (компенсацію) виносу з врожаями азоту і калію не нижче 70–80 %, а фосфору – 100–110 % [12].

Для кращої врожайності гороху потрібно забезпечити культуру макро- та мікроелементами. Найбільш необхідні молібден, бор, магній, залізо, кобальт. Вони сприяють збільшенню кількостей і розміру бульбочок, можуть збільшувати інтенсивність азотофіксації у десятки разів в розрахунку на одну рослину.

Регулятори росту рослин – це природні або синтетичні сполуки, яким властива значна біологічна активність та які в мінімальних дозах змінюють фізіолого-біохімічні процеси, ріст і розвиток рослин, формування врожаю та, водночас, не мають токсичного ефекту. За екзогенного оброблення включаються до метаболічних процесів у рослинах та підвищують рівень їхньої життєдіяльності. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища [1, 3].

Природні речовини невеликої молекулярної маси, які виробляються в рослинах, здатні в організмі транспортуватися в інші органи, діючи регуляторами та координаторами росту розвитку й адаптації. Вони утворюються в тканинах, що активно ростуть, на верхівках коренів і стебел рослин. Фітогормони поділяють на п’ять класичних груп фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни, абсцизова кислота, етилен. Дія цих речовин та їхні особливості залежать від співвідношення і домінування гормонів у кожен період розвитку рослини. Існує низка природних фітогормонів (поліаміни, брасиностероїди, жасмонати, олігосахариди, поліпептиди, саліцилова кислота, стриголактони тощо) [54].

Не менш важливо і те, що регулюючи процеси росту і розвитку рослин, включаючись у процеси метаболізму, ретарданти здатні покращувати водний режим, суттєво підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів зовнішнього середовища, зокрема, до екстремальних температур, підвищують стійкість до посухи, спеки та заморозків [55].

Регулятори росту рослин впливають на формування і функціонування симбіотичних систем бобових культур і сприяють підвищенню їхньої продуктивності. Вони покращують нітрогеназну активність азотфіксуючих мікроорганізмів, що живуть в ґрунті та прикореневій зоні рослин. Зв’язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазотрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях забезпечити рослину елементами живлення. Інноваційним напрямом сучасної аграрної науки є розроблення агротехнологічних прийомів інтенсифікації біологічної фіксації азоту бобовими культурами, що має важливе значення для підвищення їхньої урожайності, зниження собівартості продукції та енерговитрат на виробництво, екологізації землеробства [56].

РОЗДІЛ 2
УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень

Грунт дослідного поля – чорнозем типовий, глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидних суглинках.

Лесовидні суглинки – порода, в якій відсутня будь-яка характерна для лесів властивість. Вона відрізняється високою пористістю і вмістом карбонатів кальцію.

За вмістом гумусу чорноземи типові розрізняють на слабогумусні (гумусу 3%), малогумусні (0,94 – 3,4 %) і середньогумусні (6%). Маючи сприятливі фізико-хімічні показники, чорноземи типові добре забезпечені елементами живлення рослин. В них високий вміст загального азоту. Ґрунти мають достатні запаси загального фосфору, максимальний вміст якого (0,14-0,15%) зосереджений в орному шарі, поступово зменшуючись вниз за профілем (табл. 1).

Таблиця 1

Основні агрохімічні властивості ґрунту дослідного поля

Генетичний горизонт	Властивості ґрунту						
	Кислотність		Ca+Mg мг-екв/100 г ґрунту	Гумус, %	Вміст, мг/кг		
	Hr, мг-екв/ 100 г ґрунту	pH_{H_2O}			N	P	K
H/k	0,70	6,8	20,4	3,39	89,6	89	87
HPk	0,43	7,0	23,7	2,68	100,8	83	83
Hpk	0,37	6,9	25,1	2,08	58,8	95	87
Phk	0,35	7,3	24,6	1,25	58,8	65	78
Pk	0,35	7,0	24,7	0,94	53,2	16	80

Одним із ключових показників теплового режиму є сума активних температур, оскільки саме за цим показником зазвичай визначають потребу культур у теплі. Суми температур, розраховані за період зі стабільними значеннями вище +5 °С, відображають загальну кількість тепла, яку отримують сільськогосподарські рослини протягом усього вегетаційного періоду. Натомість суми температур понад +10 °С характеризують теплове забезпечення, необхідне для нормального розвитку теплолюбних культур.

За роки наших досліджень найтеплішим місяцем був – липень із середньою багаторічною температурою повітря +18,6 ˚С. Температурні показники березня були середніми та цілком підходили для висівання насіння у першій декаді. Комфортна для рослин температура травня від +16,0 до 17,9 ºС повністю сприяла для нормального росту та розвитку рослин гороху (рис. 2.1).

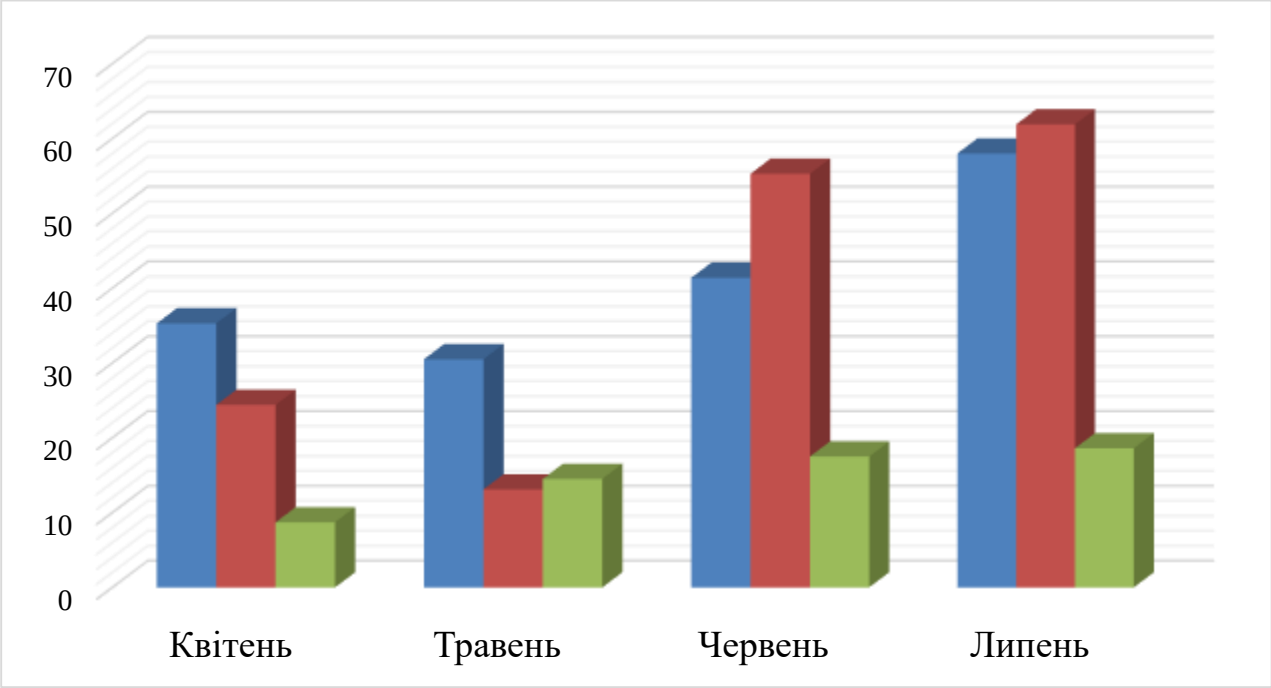


Рис. 2.1 Середньомісячна температура за 2024-2025 рр. протягом вегетації, ˚С

Не значне підвищення середньодобових температур повітря і недостатня кількість опадів 2025 року у періоди «бутонізація – цвітіння, цвітіння – формування та дозрівання бобів» спричинили осипання квіток і бобів, скорочення тривалості міжфазних періодів, що призвело до скорочення періоду

вегетації та вплинуло на кількість елементів продуктивності (кількість квіток, бобів, що зав'язалися, зерен у бобах і рослині та масі їх 1000 штук) та на рівень продуктивності культури. Такі погодні умови були менш сприятливими для рослин гороху посівного, через високу контрастність температурного режиму і нерівномірність випадання опадів

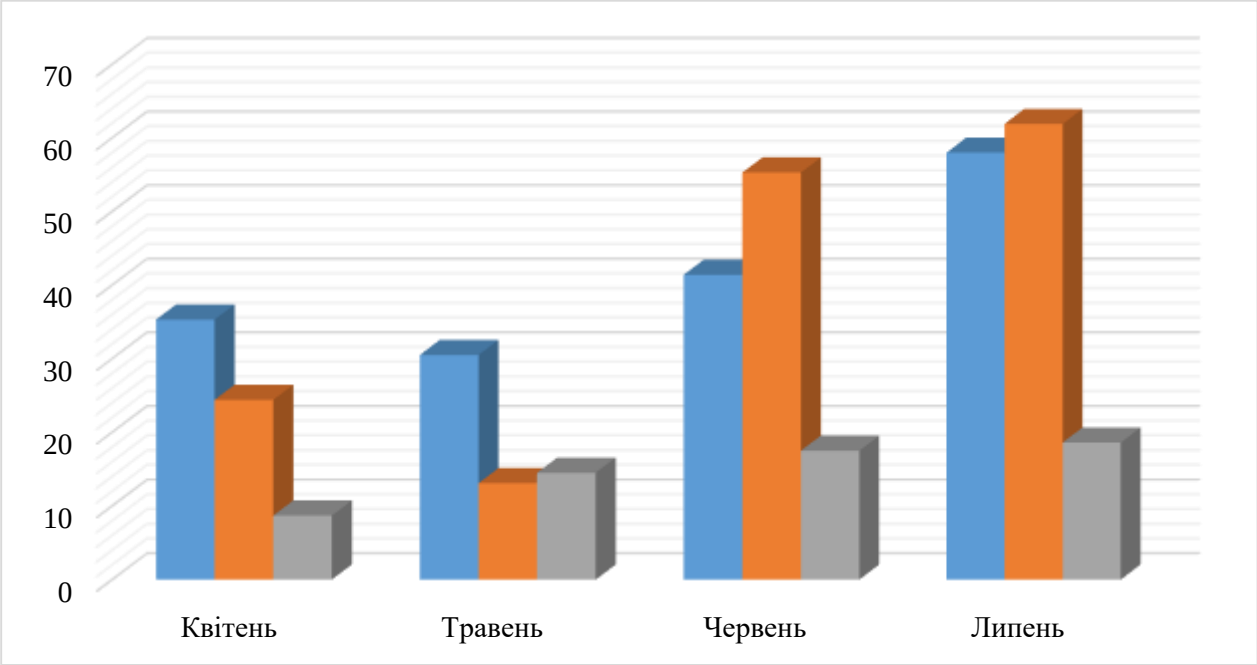


Рис. 2.2 Кількість опадів середнє за 2024-2025 рр. протягом вегетації, мм

Опади у різних регіонах України суттєво відрізняються за кількістю характеру розподілу по території, річному ходу, інтенсивністю і т. д. У червні на значній території України випадає максимальна річна кількість опадів, які в західних областях перевищують 75 мм, місцями навіть 100 мм. Середня кількість опадів у липні 2024-2025 рр. Становила 118,6 – 132,1 мм. У серпні на всій території України кількість опадів зменшується. На початку осені спостерігається незначне збільшення місячних сум опадів. Але у листопаді і грудні кількість опадів зменшується порівняно з вереснем. Опади відрізняють великою мінливістю від року до року і навіть порівняно добре зволожені райони в окремі роки страждають від нестачі вологи.

2.2 Схема і методика проведення досліджень

Польові дослідження були спрямовані на оптимізацію параметрів та обґрунтування особливостей формування врожаю та якості зерна гороху залежно від рівня технології вирощування в умовах поділля.

Експериментальну частину проводили впродовж 2024-2025 років у СФГ «МЕДОБОРИ ПОДІЛЛЯ» село Привороття Друге, Кам'янець-Подільського району, Хмельницької області. У досліді вивчали дію та взаємодію двох факторів: А – мінеральні добрива, В – регулятори росту (табл. 2).

Таблиця 2

Фактор А: удобрення	Фактор В: регулятори росту
I – Без добрив (контроль)	I – Без регуляторів росту
II – $N_{10}P_{20}K_{20}$	II – Регоплант
III – $N_{20}P_{40}K_{40}$	III – Емістим С
IV – $N_{30}P_{60}K_{60}$	

Мінеральні добрива, які вносили згідно схеми досліду застосовували у таких формах: аміачна селітра (N – 34,4 % д. р.); амофос (P_2O_5 – 52 % д. р.) та калій хлористий (K_2O – 59,8 % д. р.).

Фосфорні і калійні добрива вносили восени під основний обробіток ґрунту, азотні – весною.

В роки досліджень висівали сорт гороху Меценат виведений в Інституті рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН та внесений до Державного реєстру сортів рослин [16] у 2014 році, придатних для поширення в Україні. Сорт відноситься до середньостиглої групи сортів напівінтенсивного типу, придатний до механізованого збирання. Вегетаційний період коливається в межах 85 – 97 днів.

Рослини без антоціанового забарвлення і вторинних листочків, з двома-трьома квітками на вузлі, мають середній час цвітіння та достигання. Стебло нефасційоване, середньої довжини з середньою кількістю вузлів. Колір паруса квітки білий з піднесеною формою основи та помірною інтенсивністю хвилястості. Біб має середню кількість насінин помірно зеленого забарвлення, наявну пергаментність, увігнутий тип вигину зі слабким ступенем його прояву.

Технологія вирощування гороху в досліді – загальноприйнята для зони вирощування. Норма висіву становила 1,2 млн/га схожих насінин, площа облікової ділянки – 25 м^2, повторність досліду чотириразова. Розміщення варіантів – систематичне.

Попередником гороху в сівозміні була – пшениця озима. Сівбу проводили у першій декаді березня за температури ґрунту – 3–5°С сівалкою СН-16 з шириною міжрядь – 15 см та глибиною заробки насіння – 4–6 см. На другий день посіву площу коткували кільчастим котком.

Впродовж вегетаційного періоду проводились фенологічні спостереження згідно «Методики державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2000)» за такими фазами росту і розвитку рослин гороху: сходи, 3 листок, бутонізація, цвітіння, достигання. Початок кожної фази росту і розвитку гороху встановлювалися після настання її у 10 % рослин, масову – у 75 % рослин [27];

– Виживання рослин встановлювали як відношення кількості рослин перед збиранням до їх кількості у фазі сходів;

– Площу листкової поверхні росли гороху вимірювали методом висічок (за методикою А. А. Ничипоровича).

Фотосинтетичний потенціал посівів визначали за методом А. А. Ничипоровича :

$$ФП = \frac{Л_1 + Л_2}{2 \times 1000} \times Т,$$

де, ФП – фотосинтетичний потенціал,

$Л_1$, $Л_2$ – площа листкової поверхні в певні фази розвитку, млн $м^2$/га.

Т – довжина між фазного періоду, доба.

Чиста продуктивність фотосинтезу визначалася за формулою Кідда, Веста, Бріггсона:

$$ЧПФ = \frac{В_2 - В_1}{(Л_1 + Л_2) \times \frac{1}{2} \times n} \times 100,$$

де, ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу, г/$м^2$ за добу.

$В_1$ і $В_2$ – вага сухої маси рослин з 1 га на початку і в кінці облікового періоду.

$Л_1 + Л_2 \times \frac{1}{2}$ – середня площа листкової поверхні за проміжок часу.

n – число днів в обіковому періоді.

Структурний аналіз врожаю – проводили методом відбору снопових зразків.

Облік врожаю гороху проводили у фазі повної стиглості методом поділяночного обмолоту комбайном Сампо-500 і зважування з кожної облікової ділянки, вологість та засміченість зерна і відповідно його перерахунок [49].

Визначення фізичних показників зерна – маса 1000 зерен ГОСТ 12042-80.

У досліді з вивчення ефективності засобів захисту рослин проводилися дослідження згідно «Методики випробування і застосування пестицидів».

Економічну ефективність досліджуваних елементів технології проводили розрахунковим методом на основі фактичних цін 2024 року за загальноприйнятою методикою – за витратами на 1 га, прибутком з 1 га, собівартістю і рівнем рентабельності [26].

Енергетичну оцінку досліджуваних елементів технології вирощування гороху проводили згідно рекомендацій О.К. Медведовського [26].

Враховували енергетичну цінність насіння гороху, затрати енергії на вирощування гороху, в т.ч. на окремі елементи технології, вираховували коефіцієнт енергетичної ефективності.

Статистичну обробку результатів польових і лабораторних досліджень проводили методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми MS Office Excel.

РОЗДІЛ 3
ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ І РОЗВИТКУ РОСЛИН ГОРОХУ ПОСІВНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

3.1 Польова схожість та густота стояння рослин гороху посівного

Польова схожість і оптимальна густота стояння рослин є визначальними елементами формування продуктивності посівів гороху. Навіть за високої лабораторної схожості насіння фактичний рівень польових сходів може істотно варіювати залежно від умов вирощування, передпосівної підготовки, строків сівби, температурного та водного режимів ґрунту. Саме ранній період онтогенезу – проростання та поява сходів – найбільш чутливий до стресових чинників, що зумовлює значні втрати потенційної продуктивності. Тому вивчення факторів, які впливають на виживання рослин у польових умовах, є важливою передумовою для оптимізації технології вирощування гороху.

Густота стояння рослин тісно пов’язана з польовою схожістю і визначає характер формування асиміляційної поверхні, ефективність використання вологи й елементів живлення, ступінь конкуренції між рослинами та їхню здатність компенсувати зрідження посівів. Оскільки горох має обмежені можливості до гілкування, недотримання оптимальних параметрів густоти призводить до зниження врожайності та погіршення структури урожаю. У зв’язку з цим наукове обґрунтування та експериментальна оцінка польової схожості й густоти стояння рослин є важливою складовою вдосконалення технології вирощування культури та забезпечення стабільно високих урожаїв.

Густота посівів починає формуватися вже під час сівби. Проте кількість рослин, яка сформувалася після проростання насіння, не вдається зберегти до збирання врожаю. Продовж вегетаційного періоду під впливом несприятливих чинників кількість рослин на одиниці площі поступово зменшується [52].

В дослідженнях які проводилися впродовж 2024-2025 рр. польова схожість рослин сорту Меценат залежно від варіантів досліду коливалась від 87,5 до 97,5 %. Враховуючи всі фактори густота сходів рослин гороху посівного була на рівні 105-115 шт/м². Польова схожість зменшується під впливом мінеральних добрив. Причиною цього явища є те, що концентрація грунтового розчину навколо гранули добрива в 100–400 разів вища, порівняно з грунтом без внесення добрив. Вона поступово зменшується від центру до периферії і залишається ще достатньо високою на відстані 1,5–2,0 см від гранули (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Польова схожість та виживаність рослин гороху посівного сорту Меценат (середнє за 2024-2025 рр.)

Фактор (А)	Густота сходів, шт/м^2	Польова схожість, %	Кількість рослин перед збиранням	Виживаність рослин, %
			Фактор (В) без обробки регуляторами росту	
I – Без добрив (к)	105	87,5	100	84,2
II – $N_{10}P_{20}K_{20}$	106	88,5	101	85,8
III – $N_{20}P_{40}K_{40}$	107	89,2	102	85,8
IV – $N_{30}P_{60}K_{60}$	109	89,5	102	87,5
			Фактор (В) Регоплант	
I – Без добрив (к)	113	94,5	108	90,0
II – $N_{10}P_{20}K_{20}$	114	95,0	109	91,8
III – $N_{20}P_{40}K_{40}$	115	95,2	110	93,7
IV – $N_{30}P_{60}K_{60}$	115	96,2	110	95,3
			Фактор (В) Емістим С	
I – Без добрив (к)	110	94,2	101	90,0
II – $N_{10}P_{20}K_{20}$	111	94,3	103	90,8
III – $N_{20}P_{40}K_{40}$	112	95,2	104	91,7
IV – $N_{30}P_{60}K_{60}$	114	95,8	105	93,3

Найвищими показники густоти сходів були на варіантах де мінеральні добрива вносили у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$. Проте позитивний вплив на кількість рослин які збереглися перед збиранням мали підвищенні дози мінеральних добрив, та обприскування посівів регуляторами росту, відповідно й виживаність їх була кращою порівняно з варіантом – контроль

За внесення $N_{10}P_{60}K_{60}$ густота сходів коливалася у межах 106 – 114 шт/м^2, при польовій схожості 88,5 – 95,0 шт/м^2. Кількість рослин перед збиранням на даних варіантах живлення та без обприскування рослин регуляторами росту становила 101 шт/м^2 за виживаності 85,8 – 91,8 %.

На ділянках де вносили мінеральні добрива у дозах $N_{20}P_{40}K_{40}$ показники польової схожості та густоти сходів були дещо вищими порівняно з попереднім варіантом удобрення та варіантом – контроль (без застосування мінеральних добрив). Так, густота посівів була 107 – 115 шт/м^2 при польовій схожості 89,2 – 95,2 %, кількість рослин перед збиранням на ділянках посівів за внесення регулятора росту Регоплант становила 110 шт/м^2 за виживаності 93,7 %. За цієї ж дози мінеральних добрив да після обприскування дослідних ділянок регулятором росту Емістим С показники густоти сходів, польової схожості, кількості рослин перед збиранням та виживаність рослин були: 112 шт/м^2; 95,2%; 104 шт/м^2; 91,7%, відповідно.

Максимальні показники польової схожості та виживаності рослин гороху посівного сорту Меценат були за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ та після обприскування посівів регулятором росту Регоплант.

3.2 Формування висоти рослин гороху залежно від впливу основних елементів технології вирощування гороху

Висота рослин характеризує темпи росту й розвитку центрального стебла, яка значно варіює залежно від видових і сортових особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов, а також елементів технології вирощування.

Оптимальні дози мінеральних добрив впливають на показники онтогенезу рослин гороху, в тому числі і на висоту центрального стебла. Висота рослин є найбільш загальним інтегральним показником їх життєдіяльності та результатом впливу навколишнього середовища і технологічних прийомів для реалізації потенційних можливостей сорту. При цьому, обов'язковим є вивчення основних показників росту і розвитку рослин гороху в процесі їх життєдіяльності для забезпечення максимальної продуктивності посівів гороху посівного [51].

Проаналізувавши дані літературних джерел можна відмітити, що внесення азотних добрив під горох є важливим елементом прискорення росту й розвитку кореневої системи та надземної, вегетативної частини рослин. Проведені нами дослідження показали, що висота рослин гороху збільшувалася до фази фізіологічної стиглості внаслідок формування і наростання вегетативної маси. У фазі наливу зерна ріст рослин у висоту припиняється, а всі поживні речовини отримані рослиною з ґрунту і синтезовані в листі, використовуються на формування і розвиток генеративних органів.

Встановлено, що на початку росту і розвитку (до фази третього листка) внесені мінеральні добрива у різних дозах не мали значного впливу на величину лінійного приросту рослин. В подальшому, фенологічні спостереження впродовж вегетації показали, що обприскування посівів регуляторами росту позитивно впливали на висоту рослин гороху сорту Меценат.

За роки наших досліджень, виявлено що обприскування посівів сорту Меценат забезпечувало інтенсивніший приріст рослин гороху у висоту.

У фазі цвітіння на ділянках – контроль (без внесення мінеральних добрив) лінійна висота рослин коливалася від 56,6 см до 62,4 см, за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{10}P_{20}K_{20}$ показники становили 58,8 – 65,6 см. На ділянках де вносили $N_{20}P_{40}K_{40}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ рослини гороху були вищими, а їх показники становили 61,1 – 72,6 см залежно від дії регулятора росту.

У фазі утворення бобів висота рослин гороху посівного після обприскування посівів регуляторами росту коливалася в межах від 63,6 см до

85 см. Так на варіанті живлення $N_{10}P_{20}K_{20}$ та після дії рістрегуляторів рослини досягли висоти від 63,9 до 76,5 см, що в середньому більше на 2 – 4 см, порівняно з контрольним варіантом (табл.3.2).

Таблиця 3.2

Динаміка висоти рослин гороху посівного сорту Меценат залежно від впливу технологічних заходів, см (середнє за 2024-2025 рр.)

Фактор (А)	ВВСН 60-65	ВВСН 71-79	ВВСН 81-89
	Фактор (В) без регуляторів росту		
Без добрив (к)	56,6	61,6	64,2
$N_{10}P_{20}K_{20}$	58,8	63,6	66,8
$N_{20}P_{40}K_{40}$	61,1	66,2	69,2
$N_{30}P_{60}K_{60}$	64,6	70,8	74,0
	Фактор (В) Регоплант		
Без добрив (к)	62,4	72,8	76,7
$N_{10}P_{20}K_{20}$	65,6	76,5	80,6
$N_{20}P_{40}K_{40}$	68,3	79,4	83,5
$N_{30}P_{60}K_{60}$	72,6	85,0	89,8
	Фактор (В) Емістим С		
Без добрив (к)	58,5	62,8	75,3
$N_{10}P_{20}K_{20}$	59,2	63,9	78,9
$N_{20}P_{40}K_{40}$	62,3	67,9	81,6
$N_{30}P_{60}K_{60}$	66,5	72,6	85,4
НІР $_{0,5}$	*0,43*	*0,50*	*2,01*

У період достигання на ділянках удобрених $N_{30}P_{60}K_{60}$ та регулятором росту Емістим С висота рослин становила 85,4 см, що на 9,8 см більше ніж на варіанті – контроль. Максимальна висота рослин 89,8 см у даного сорту була за внесення

мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{90}$ та після обприскування рослин рістрегулятором Регоплант.

Нами встановлено, найвищими були показники висоти рослин гороху сорту Меценат на дослідних ділянках за комплексного внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ та регулятора росту Регоплант.

3.3 Фенологічний моніторинг та динаміка ростових процесів рослин гороху

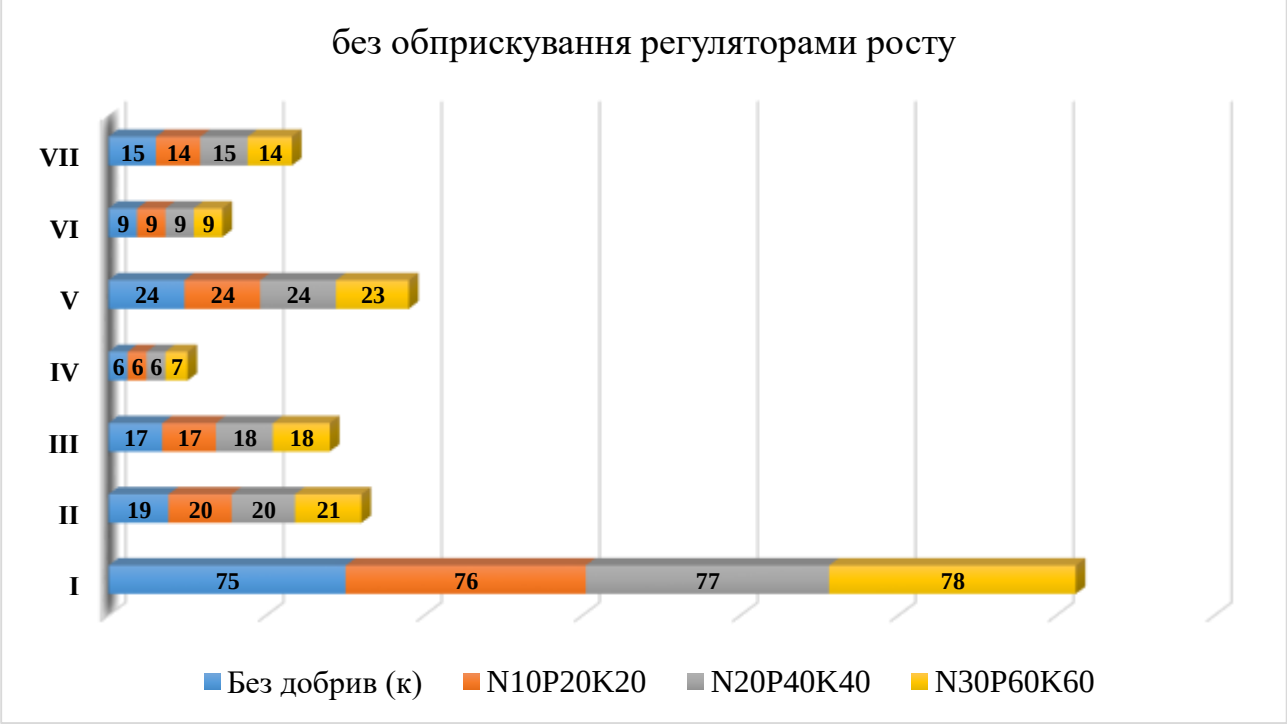
Дослідження особливостей росту та розвитку рослин гороху протягом онтогенезу дає змогу встановити ключові закономірності формування їхньої продуктивності. Одним із провідних показників, що безпосередньо корелює з рівнем урожайності культури, є тривалість вегетаційного періоду [53].

Залежно від цього показника сорти гороху поділяють на групи стиглості: до 75 діб – дуже скоростиглі, 75–95 діб – ранньостиглі, 95–115 діб – середньостиглі, 115–130 діб – пізньостиглі [35]. Тривалість вегетаційного періоду значною мірою визначається погодними факторами, передусім температурним режимом і кількістю опадів протягом усієї вегетації, які можуть як прискорювати, так і уповільнювати проходження рослинами окремих фенологічних фаз.

Фенолочічні спостереження показали, що строки настання фаз росту і розвитку гороху були дещо відмінними залежно від варіанту живлення. Висівали насіння гороху у роки досліджень в першій декаді березня. В роки спостережень за оптимальних умов сходи гороху з’явилися на 14-15 день. Фаза 3 листок, настала на 8-9 день, що відповідає сортовим особливостям культури. На варіантах де застосовували регулятори росту та мінеральні добрива, від фази 3-й листок до фази бутонізації в середньому період становив 24 доби. Фаза повного цвітіння у сорту гороху Меценат наступила через 53 доби після сходів на варіантах - контроль. У цій ж фазі росту та розвитку рослин, після обприскування

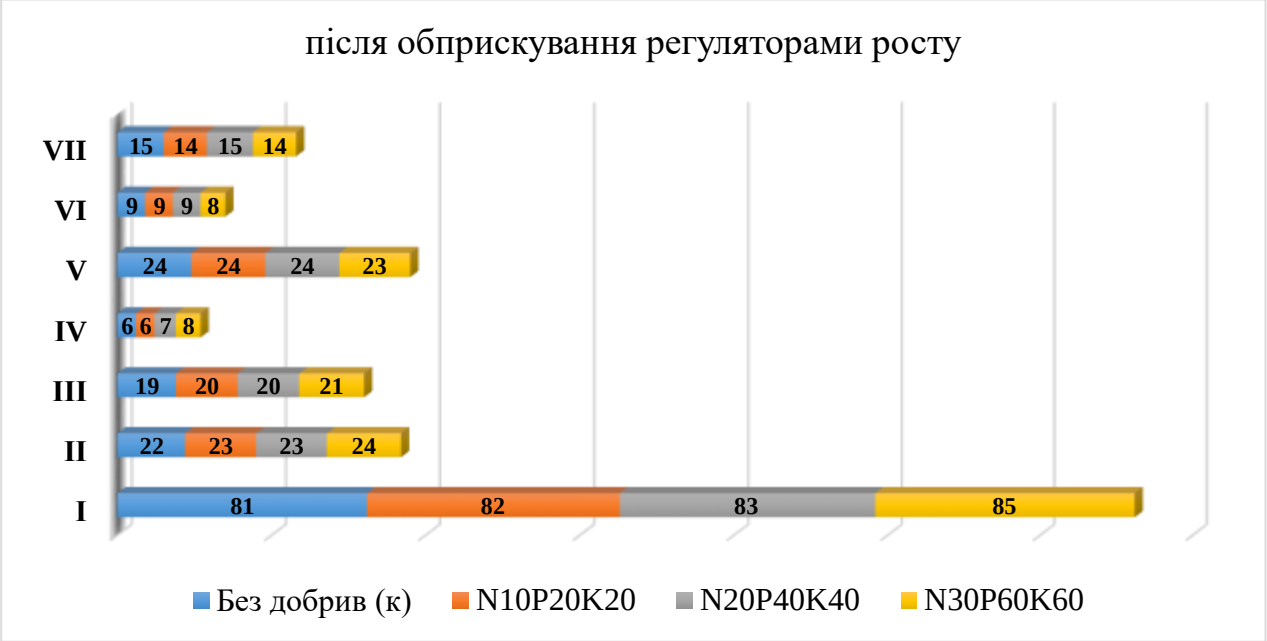
посівів рістрегуляторами вегетаційний період подовжився лише на 2 доби (рис. 3.1, 3.2).

Процес формування квіток, тривалість цвітіння, запліднення і формування бобів залежать від декількох факторів, в тому числі й погодно-кліматичних умов. Недоліком гороху є те, що в разі затяжної дощової погоди у рослин затримується цвітіння й спостерігається значне осипання зав'язі, що значно знижує урожай зерна. За дощової погоди, залежно від сорту, значно зменшується відсоток квітів, які утворили зав’язь (від 5 до 45 % від кількості цього показника за сонячної погоди) [8]. За роки наших досліджень дещо схожими були погодні умови в 2024 році.



Примітка - I повні сходи-фізіологічна стиглість, II налив насіння фізіологічна стиглість, III цвітіння-налив насіння, IV бутонізація-цвітіння, V 3-й листок-бутонізація, VI повні сходи – 3-й листок, VII посів-повні сходи

Рис. 3.1 Тривалість міжфазних періодів гороху посівного залежно від впливу обробки насіння та мінеральних добрив, діб (середнє 2024-2025 рр.)



Примітка - I повні сходи-фізіологічна стиглість, II налив насіння фізіологічна стиглість, III цвітіння-налив насіння, IV бутонізація-цвітіння, V 3-й листок-бутонізація, VI повні сходи – 3-й листок, VII посів-повні сходи

Рис. 3.2 Тривалість міжфазних періодів гороху посівного залежно від впливу обробки насіння та мінеральних добрив, діб (середнє 2024-2025 рр.

Фаза формування бобів настала нерівномірно по роках від фази налив зерна до фази фізіологічна стиглість було зафіксовано 19 діб на варіанті – контроль, 20-21 доба на варіанті живлення мінеральними добривами. У даних фазах росту й розвитку рослин гороху посівного на варіантах де застосовували регулятори росту у поєднанні з мінеральними добривами зафіксували 22-24 доби.

Тривалість вегетаційного періоду є одним із ключових факторів успішного вирощування гороху посівного, адже процеси росту, розвитку та формування урожаю цієї культури можуть охоплювати проміжок від 60 до 130 діб. Встановлено, що тривалість вегетації визначається поєднанням генетичних особливостей сорту, кліматичних умов зони вирощування та використання окремих технологічних елементів [8, 50].

На відміну від багатьох інших зернобобових культур, горох характеризується відносно дружним і стислим у часі дозріванням бобів. Між досліджуваними варіантами удобрення відзначено лише незначні відмінності щодо строків настання фази повної стиглості.

Тривалість вегетаційного періоду у сорту гороху Меценат становила 78 діб, де застосовували мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ та без обприскування регуляторами росту. За цієї ж дози мінеральних добрив та застосування Регоплани та Емістим С ці показники збільшилися до 85 діб.

3.4 Формування симбіотичного апарату гороху посівного залежно від технологічних заходів

Для доброї активності азотфіксуючих бульбочок, необхідні оптимальні умови, насамеперед достатня вологість ґрунту на початку вегетації – не менше 50-60 % від повної вологоємності та його аерація у зоні формування бульбочок, оскільки бульбочкові бактерії не утворюються у сухому ґрунті [17]. Також важливою умовою є забезпечення потреби рослин гороху у мікроелементах, в першу чергу молібденом. Умови фосфорно-калійного живлення теж сильно впливають на симбіоз і сприяють підвищенню продуктивності зерна [12].

Існує думка – застосування азотних добрив пригнічує процес азотфіксації. Це пояснюється тим, що рослини переходять на споживання мінерального азоту і бульбочки не утворюються. Навіть мінімальні дози азотних добрив можуть негативно впливати на формування симбіотичного апарату [57]. Тому, вивчення впливу невеликих доз N_{10}, N_{20} та N_{30} на інтенсивність формування фізіологічних бобово-ризобіальних систем для рослин гороху є актуальним питанням.

Як відомо, кількість і маса кореневих бульбочок також є важливим критерієм оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу.

Вивчення впливу регуляторів росту у поєднанні з внесенням мінеральних добрив на продуктивність гороху є актуальним і має важливе практичне значення.

Так, в середньому за 2024-2025 рр., на контрольному варіанті у період від появи 7-го листка загальна кількість бульбочок на коренях гороху сорту Меценат зростала і зберігалась до фази повного цвітіння.

Нашими дослідженнями встановлено, із збільшенням доз мінерального азоту загальна кількість та маса бульбочок які утворилися на коренях гороху посівного збільшувалася до фази повного цвітіння.

В подальшому кількість і маса бульбочок зменшувалась порівняно з попередніми фазами росту рослин гороху, не забезпечуючи ефективний бобово-ризобіальний симбіоз.

На рисунку 3.5 , збільшення кількості активних кореневих бульбочок у рослин гороху посівного під впливом обробки насіння та мінеральних добрив спостерігалася аналогічна залежність утворення і формування загальної їх кількості впродовж вегетаційного періоду рослин.

Рис. 3.5 Частка кількості активних бульбочок гороху посівного сорту Меценат впродовж вегетації, % (середнє за 2024-2025 рр.)

Згідно з даними рисунка 3.5, збільшення кількості активних кореневих бульбочок на кореневій системі рослин гороху посівного під впливом мінеральних добрив та регуляторів росту відбувалося за аналогічною закономірністю, що й формування їх загальної кількості протягом усього вегетаційного періоду. Отримані результати свідчать про те, що інтенсифікація живлення та застосування біостимуляторів сприяли активізації симбіотичної азотфіксації, що проявлялося у збільшенні як розміру, так і маси функціонально активних бульбочок.

Наші дослідження підтвердили, що маса активних бульбочок поступово наростала від початку вегетації й досягала максимальних значень у фазі повного цвітіння. У цей період спостерігалася найвища інтенсивність азотфіксації, що зумовлено оптимальним фізіологічним станом рослин, достатньою забезпеченістю їх поживними речовинами та найбільш сприятливими умовами для розвитку бульбочкових бактерій. Максимальний рівень активності в середньому становив 58,7 %, що свідчить про високу ефективність симбіотичного апарату.

У фазі наливу насіння активність бульбочок починала поступово знижуватися. Це закономірно, оскільки в рослин відбувається перерозподіл асимілянтів на користь генеративних органів, що призводить до зменшення ресурсів, які надходять до кореневої системи, і, відповідно, до часткового старіння бульбочок. Проте навіть за цих умов їх функціональна здатність залишалася достатньою для забезпечення потреб культури в азоті.

До фази фізіологічної стиглості активність бульбочок істотно зменшувалася та стабілізувалася на рівні близько 14,8 %. Це відповідає природному циклу розвитку рослин бобових культур, коли симбіотичний апарат завершує роботу, а рослина переходить до завершальних процесів дозрівання насіння.

РОЗДІЛ 4
УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ДОЗ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

4.1 Структура елементів продуктивності гороху залежно від технології вирощування

Формування врожаю зернобобових, В тому числі й гороху посівного – значно складніший процес, ніж в інших культур (наприклад зернових). Ця особливість пов'язана зі слабкою можливістю регулювання числа плодоносних стебел, поступовою і тривалою диференціацією генеративних органів і особливо з істотною залежністю їх розвитку від зовнішніх умов [3].

Характеристика довжини головного стебла і довжини від першого плодоносного вузла до верхівки вказує на наявність тенденції позитивного зв’язку цих показників з продуктивністю та врожайністю, що пов’язано з формуванням більшої кількості продуктивних вузлів, бобів і насінин на рослині. Укорочене стебло від першого плодоносного вузла до верхівки небажане, оскільки може зменшитися кількість продуктивних вузлів, бобів і насінин на рослині. Довжина стебла до першого продуктивного вузла (висота кріплення першого бобу) значною мірою впливає на технологічність культури, тобто зменшення втрат урожаю в процесі збирання [59].

Відомо, що потенціальна здатність гороху формувати бутони, квітки, боби і насіння в них досить висока, однак її реалізація залежить від внутрішніх і зовнішніх факторів, що і визначає відповідний діапазон їх коливань. Впродовж вегетації під впливом різних факторів (погодні умови, хвороби, шкідники, конкуренція) цей показник істотно змінювався [35].

Слід відмітити, що індивідуальна продуктивність рослини – величина динамічна і визначається амплітудою зміни кількості бобів і насінин на ній та їх масою [60].

За результатами досліджень 2024-2025 рр. кількісні характеристики цих показників, підтвердили певну залежність змін які склалися впродовж вегетаційного періоду та інтенсивністю дії досліджуваних факторів; доз мінеральних добрив, пегуляторів росту з урахуванням особливостей досліджуваного сорту.

Відомо, що горох формує приблизно 75-80 % квіток із загального числа сформованих бутонів і чим довший період цвітіння, тим більше утворюється квіток.

У сорту Меценат структурні показники врожаю гороху сорту Меценат на контрольному варіанті сягали рівня 2,3 шт бобів на рослину, 3,1 шт зерен в бобі – 3,1 шт, маса 1000 зерен – 185 г на варіантах – контроль (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Показники структури врожаю гороху сорту Меценат залежно від дії факторів інтенсифікації (середнє за 2024-2025 рр.)

Фактор А	Бобів, шт/рослину	Зерен у бобі, шт	Маса 1000 зерен
без регуляторів росту			
Без добрив (к)	2,3	3,1	185
$N_{10}P_{20}K_{20}$	2,5	3,2	208
$N_{20}P_{40}K_{40}$	2,6	3,2	209
$N_{30}P_{60}K_{60}$	2,9	3,2	210
Регоплант			
Без добрив (к)	2,9	3,6	225
$N_{10}P_{20}K_{20}$	3,0	3,8	227
$N_{20}P_{40}K_{40}$	3,0	3,9	229
$N_{30}P_{60}K_{60}$	3,1	4,1	232
Емістим С			
Без добрив (к)	2,6	3,3	195
$N_{10}P_{20}K_{20}$	2,8	3,5	215
$N_{20}P_{40}K_{40}$	2,9	3,6	219
$N_{30}P_{60}K_{60}$	3,0	3,7	222

Після обприскування посівів регулятором росту Регоплант ці показники становили – 2,9 шт; 3,3 шт; 210 г. Проведені нами дослідження показали, що формування квіток та молодих бобів (зав'язей) значною мірою залежало від рівня впливу досліджуваних факторів.

Застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на елементи структури врожаю, масу 100 зерен і відповідно на урожайність гороху посівного.

За роки досліджень у даного сорту максимальний рівень показників структури, відмічено на варіанті де вносили мінеральні добрива у дозах $N_{40}P_{60}K_{60}$ та проводили інокулювання насіння. За цієї композиції удобрення ми зафіксували 3,1 шт/рослину бобів на рослину, 3,4 шт зерен в бобі та маса 1000 зерен становила 214 г.

Позитивний вплив доз мінеральних добрив найбільшою мірою відобразився на зміні зазначених показників, забезпечивши приріст бобів на 0,2-0,6 і за інокулювання – на 0,2-0,7 шт/рослину.

4.2 Особливості формування урожаю гороху залежно від елементів технології вирощування

Критерієм оцінки вирощування культури залишається врожайність, а величина її повинна бути економічно виправдана і енергетично підтвердженою. Підвищити ефективність можливо за рахунок впровадження високоврожайних адаптивних сортів та вдосконалення технології їх вирощування.

Підвищення врожайності і валових зборів гороху з високими технологічними якостями як джерела кормового білка в тваринництві, а також для накопичення біологічного азоту в ґрунту в сучасних умовах набула важливе значення. Горох має досить високий потенціал урожайності і за сприятливих погодних умов може формувати 4,0-6,0 т/г високоякісного зерна [30].

Оптимізація умов вирощування через поєднання дії структурних елементів технології (удобрення, інокуляція насіння) сприяє максимальній реалізації генетичного потенціалу гороху посівного.

Погодні умови вегетаційного періоду культури 2024-2025 рр., характеризувалися контрастністю і значними коливаннями основних метеорологічних показників, коли тривалі періоди незначної кількості опадів змінювалися затяжними дощами, що зумовлювало екстремальні умови та негативний вплив їхньої тривалості на рівень реалізації продуктивності культур.

Проведені дослідження з вивчення комплексної дії різних доз добрив, з інокуляцією насіння поліштамом азотфіксувальних бактерій на урожайність сорту гороху Меценат показали істотну залежність зміни цього показника від умов року та дії наведених факторів.

Досить сприятливим для формування найвищої врожайності культури, виявився 2025 рік, в якому мав місце максимальний рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності гороху, забезпечивши отримання врожайності 2,39-3,97 т/га. На абсолютному контролі, де був відсутній вплив факторів, що вивчалися, урожайність зерна гороху становила 2,39 т/га, у противагу цьому в 2024 році рівень урожайності даної культури становив 1,89 т/га (рис. 4.1, 4.2).

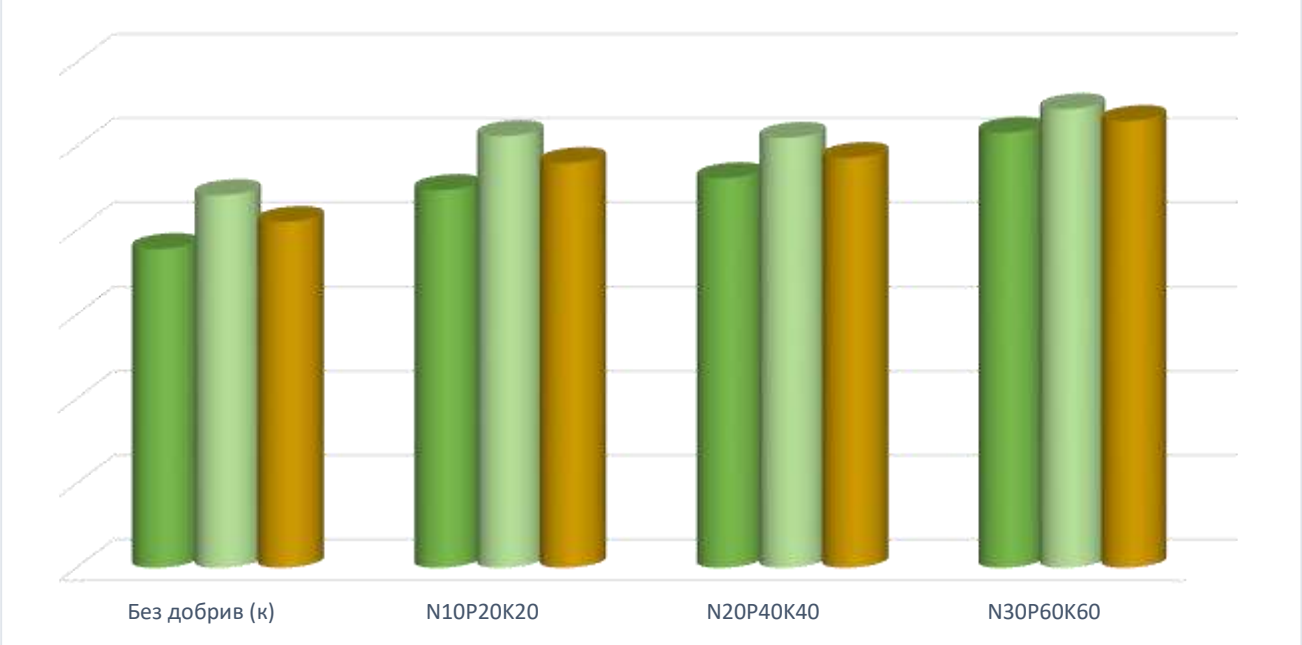


Рис. 4.1 Урожайність гороху сорту Меценат (без інокуляції насіння)

За роки наших досліджень на ділянках де інокулювання не проводили, підвищення норми добрив до $P_{40}K_{60}$ забезпечило більший приріст урожайності – на 0,35 т/га або на 17,9 % порівняно з контролем. Наступні підвищення норм добрив також забезпечували позитивний вплив на зростання продуктивності рослин. Включення у систему удобрення азоту ($N_{20}P_{40}K_{40}$) призвело до збільшення урожайності на 0,03 т/га, порівняно з варіантом без азоту. Підвищення норми добрив до $N_{30}P_{60}K_{60}$ призвело до зростання врожайності, порівняно $P_{20}K_{30}$ на 0,60 т/га.

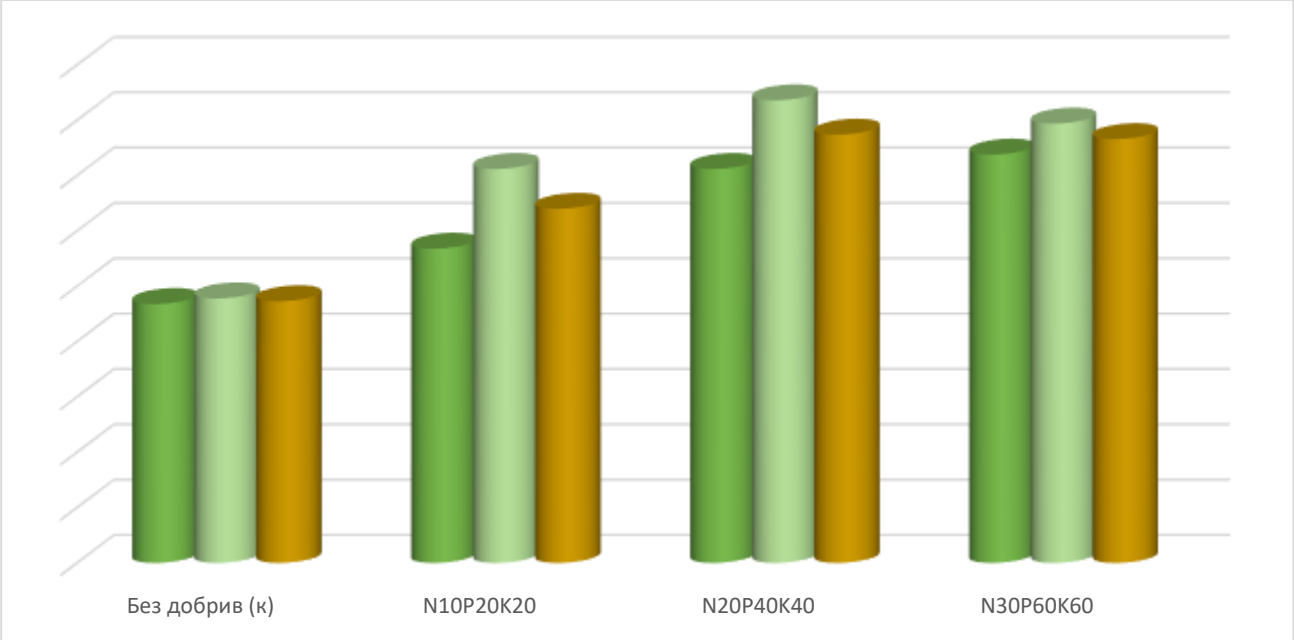


Рис. 4.2 Урожайність гороху сорту середнє за 2024-2025 рр. Меценат (з інокуляцією насіння)

Приріст урожаю від обробки насіння інокулянтом та внесення мінеральних добрив становив 0,24 т/га порівняно до варіанту без добрив. Середня урожайність двохрічних даних коливається в межах від 2,37 до 3,83 т/га залежно від удобрення.

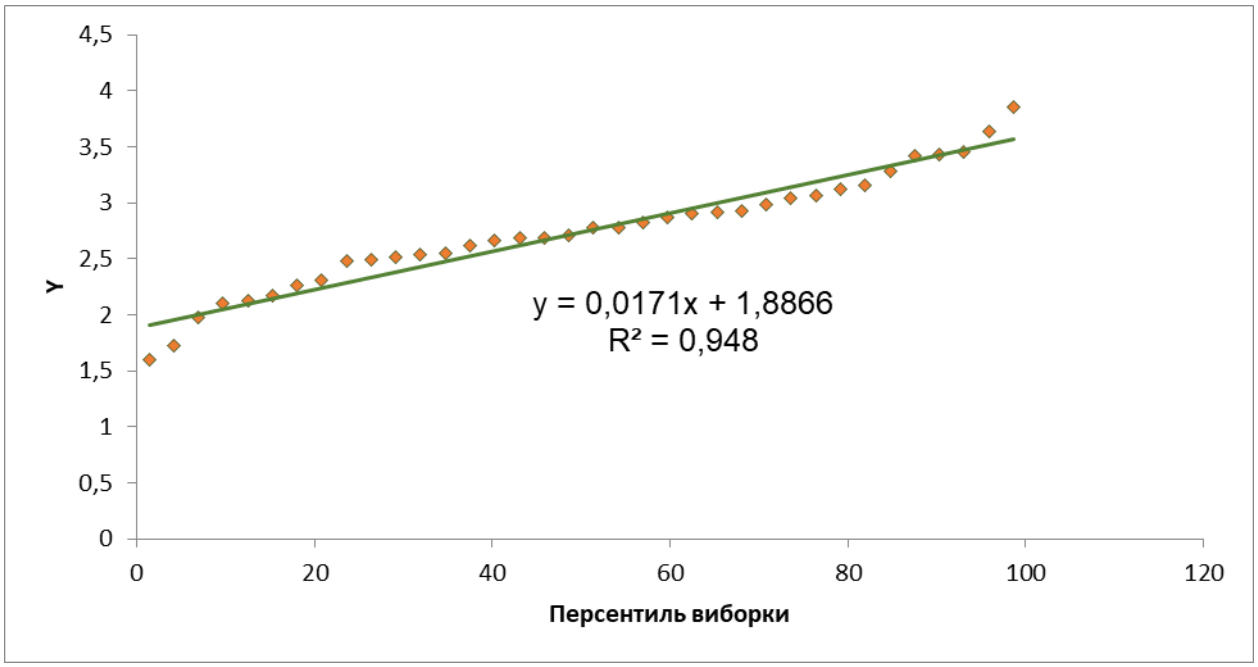


Рис.4.2 Кореляційний зв'язок та рівняння регресії між фактором внесення добрив та урожайністю гороху

Найвищі показники врожайності сорту гороху Меценат були на варіантах де проводили інокуляцію насіння перед посівом та мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ становили 3,83 т/га, що на 30 % більше за показники урожайності на варіантах без інокуляції насіння.

РОЗДІЛ 5
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

Економічна оцінка досліджуваних елементів технології вирощування гороху – різних доз мінеральних добрив, обробка насіння інокулянтом проводилася за сучасними методологічними положеннями й методичними вказівками [1]. До виробничих витрат включалися оплата праці, механізовані роботи, вартість палива й мастильних матеріалів, мінеральних добрив, гербіцидів і отрутохімікатів, насіння, відрахування на амортизацію, поточний ремонт та ін (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Економічна ефективність вирощування гороху посівного на насіння сорту Меценат (середнє 2024-2025 рр.)

Фактор А	Затрати на вирощування, тис. грн/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Собівартість 1 т, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рівень рентабельності, %
Фактор В (без інокуляції)					
Без добрив (к)	6,91	10,7	2,3	3,8	54,9
$N_{10}P_{20}K_{20}$	6,91	11,1	2,2	4,2	60,4
$N_{20}P_{40}K_{40}$	6,92	11,3	2,2	4,4	63,9
$N_{30}P_{60}K_{60}$	6,93	11,8	2,1	4,8	69,8
з інокуляцією					
Без добрив (к)	7,40	12,8	2,1	5,4	72,5
$N_{10}P_{20}K_{20}$	7,41	13,3	2,0	5,9	79,3
$N_{20}P_{40}K_{40}$	7,42	13,7	2,0	6,2	84,2
$N_{30}P_{60}K_{60}$	7,43	14,4	1,9	7,0	94,2

Проведений аналіз ефективності різних моделей технології вирощування гороху в 2024-2025 рр., в основу яких закладено різні дози мінеральних добрив, використання інокулювання насіння поліштамом, показав певні відмінності економічних характеристик. При цьому рівень основних економічних показників (собівартість, прибуток, рентабельність) визначався абсолютними величинами витрат і вартості продукції.

Найвищі економічні показники були на варіанті за внесення мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{40}K_{60}$ та інокуляції насіння, повна собівартість знаходилась на рівні 1900 грн/га, чистий прибуток 7000 грн/га, а рівень рентабельності 94,2 %, тоді як на не інокульованому фоні найвищий рівень економічних показників (собівартість – 2100 грн/га, чистий прибуток – 4800 грн/га, рентабельність – 69,8 %).

Ціль енергетичного аналізу в сільському господарстві – оптимізація енергетичних затрат на основі вивчення потоків енергії на «вході» і «виході» системи вирощування сільськогосподарських культур. Критерій оцінки ступеня оптимізації є коефіцієнт енергетичної ефективності, що виражає відношення енергії, що міститься в отриманому врожаї, до загальних енергетичних витрат, що вкладені у виробництво урожаю. І якщо він характеризує ефективність технології в цілому або прийому вирощування, то енергоємність технології, способу, прийому, технологічної операції відображає кількісний вміст енергії, необхідної для проведення технології.

Тільки знання енергоємності процесів дозволяє оптимізувати енергетичні витрати на вирощування сільськогосподарської культури і тим самим підвищити її енергетичну ефективність. Це особливо важливо у зв'язку із підвищенням цін на різні види видобувної енергії і окремі технологічні операції, проведення яких відбувається в умовах сучасної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

Короткий аналіз технологій наглядно показує на велику зміну цього показника, тоді як витрати палива піддаються меншим змінам тобто, більш

стабільні. Відповідно до цього, енергетична оцінка ефективності вирощування гороху заслуговує великої уваги, бо її в основі лежить універсальна одиниця вимірювання енергії (енергетичний коефіцієнт).

Таблиця 5.2

Енергетична ефективність вирощування гороху посівного на насіння сорту Меценат залежно від впливу технологічних заходів (середнє за 2024-2025 рр.)

Фактор А	Енерговитрати на вирощування, ГДж/га	Вміст енергії в урожаї зерна, ГДж/га	Чистий енергетичний прибуток, ГДж/га	Енергетична собівартість 1 т зерна, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Фактор В (без інокуляції)					
Без добрив (к)	16,90	52,54	35,64	5,69	2,11
$N_{10}P_{20}K_{20}$	17,08	54,49	37,41	5,55	2,19
$N_{20}P_{40}K_{40}$	17,67	55,72	38,06	5,61	2,15
$N_{30}P_{60}K_{60}$	17,84	57,79	39,95	5,46	2,24
З інокуляцією					
Без добрив (к)	17,18	62,74	45,56	4,85	2,65
$N_{10}P_{20}K_{20}$	17,36	65,28	47,92	4,70	2,76
$N_{20}P_{40}K_{40}$	17,95	67,16	49,22	4,73	2,74
$N_{30}P_{60}K_{60}$	18,12	70,88	52,76	4,52	2,91

Енергетична ефективність вирощування гороху посівного сорту Меценат за внесення мінеральних добрив, показала вміст енергії при вирощування на 1 га зерна становив 52,54 – 57,79 ГДж на варіантах де не проводили інокуляцію насіння. На дослідних ділянках де обробляли насіння перед сівбою ці показники становили 62,74 – 70,88 ГДж/га. Чистий енергетичний прибуток при цьому був відповідно, 35,64 – 52,76 ГДж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності коливався в межах від 2,11 – 2,91 залежно від різних доз мінеральних добрив.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЇ

Аналіз стану охорони праці в господарстві є важливим етапом забезпечення безпечних та ефективних умов роботи працівників, які беруть участь у вирощуванні та обробітку гороху. Безпека праці безпосередньо впливає на продуктивність, економічну ефективність та якість виконуваних робіт. В умовах сільськогосподарського виробництва небезпечними факторами є механічні травми, електротравми, вплив агрохімікатів, екстремальні погодні умови, шум та вібрація від техніки.

Одним із ключових напрямів охорони праці є контроль за станом сільськогосподарської техніки та обладнання. Регулярне технічне обслуговування, своєчасний ремонт і перевірка безпеки машин дозволяє мінімізувати ризик аварій та травмування. Важливу роль відіграє правильна організація робочих процесів, чітке дотримання технологічних карт і графіків виконання робіт, що дозволяє уникнути перевантажень та виробничих конфліктів.

Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов’язковим. До таких засобів належать: захисні окуляри, рукавички, спецодяг, респіратори при роботі з добривами та пестицидами, протиковзкі черевики під час роботи у полі. Використання ЗІЗ дозволяє знизити вплив шкідливих факторів і зменшити ризик професійних захворювань.

Важливим аспектом є правильне зберігання та використання агрохімікатів, зокрема мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Необхідно дотримуватися інструкцій виробників, контролювати терміни придатності, рівень концентрації та умови застосування. Особлива увага приділяється обробці

насіння регуляторами росту та добривами, адже некоректне їх внесення може становити загрозу для здоров’я працівників і навколишнього середовища.

Навчальна робота та регулярні інструктажі працівників є критично важливими. Працівники повинні бути ознайомлені з основами безпечного поводження з технікою, хімічними речовинами, правилами поведінки під час виконання польових робіт, а також методами надання першої допомоги у разі травм. Систематичні тренінги підвищують культуру безпеки та формують відповідальне ставлення до виконання виробничих завдань.

Особливу увагу приділяють роботам у полі, які супроводжуються підвищеним ризиком. Сюди належать підготовка ґрунту, посів, внесення добрив, обробка рослин та збирання врожаю. Фактори ризику включають можливість падіння, травмування машинами, вплив прямих сонячних променів, спеки чи морозу, вологого ґрунту та високої трави. Для мінімізації цих ризиків застосовуються механізація робіт, чіткий графік роботи, попередня оцінка погодних умов та групова організація праці.

Крім цього, впровадження сучасних технологій та автоматизації виробничих процесів, а також використання цифрових систем моніторингу (GPS-навігація, дрони для спостереження за станом посівів, датчики вологості та стану ґрунту, програмне забезпечення для планування обробітку полів) значно знижує виробничий травматизм. Такі технології дозволяють мінімізувати безпосередню участь працівників у потенційно небезпечних операціях, своєчасно виявляти проблемні ділянки, контролювати стан рослин і ґрунту, оптимізувати внесення добрив і засобів захисту рослин. Використання автоматизованої техніки зменшує фізичне навантаження на персонал, скорочує ризики механічних травм та підвищує точність виконання технологічних операцій.

Таблиця 6.1

Основні ризики та заходи охорони праці при вирощуванні гороху посівного

№	Вид робіт	Потенційні ризики	Заходи охорони праці та профілактика
1	Підготовка ґрунту (оренда, культивація)	Механічні травми від обладнання; удари; перевантаження	Регулярне обслуговування техніки, інструктаж, використання захисного взуття та рукавичок
2	Посів насіння	Контакт з добривами та насінням, пил	Використання рукавичок, масок/респіраторів; дотримання інструкцій виробника
3	Внесення мінеральних добрив	Хімічні опіки, подразнення шкіри та очей, вдихання пилу	ЗІЗ: окуляри, рукавички, спецодяг, респіратор; дотримання норм внесення
4	Обробка рослин засобами захисту	Отруєння хімікатами, подразнення шкіри та слизових	Використання респіратора, рукавичок, захисного одягу; підготовка робочих розчинів у спеціально відведених місцях
5	Полив та догляд за посівами	Ризик падіння, електротравми при використанні насосів	Дотримання правил роботи з насосами, рівновага на вологому ґрунті, взуття з протиковзкою підошвою
6	Збирання врожаю	Травми від машин, порізи, підвищена фізична навантаженість	Використання ЗІЗ, групова організація праці, регулярні перерви, інструктаж з безпечного поводження з технікою
7	Зберігання та транспортування зерна	Пил, ризик травмування при переміщенні вантажів	Використання масок, рукавичок; навчання безпечним методам підйому і перенесення вантажів
8	Робота в екстремальних умовах (спека, мороз, дощ)	Теплові удари, переохолодження, сонячні опіки	Планування графіка робіт, захисний одяг, питний режим, контроль погодних умов

Підсумовуючи, системна оцінка і постійне вдосконалення умов праці в господарстві, впровадження інноваційних рішень і регулярне навчання персоналу є ключовими чинниками забезпечення безпеки працівників та продуктивного вирощування гороху посівного. Такі підходи дозволяють одночасно підвищити врожайність, знизити втрати продукції та забезпечити стабільну економічну ефективність господарства.

Аналіз стану охорони праці в господарстві при вирощуванні гороху посівного

Безпека праці на підприємстві є важливою складовою ефективного ведення сільськогосподарського виробництва. У процесі вирощування гороху посівного працівники виконують низку трудомістких і потенційно небезпечних операцій: підготовка ґрунту, посів, внесення мінеральних добрив, обробка рослин засобами захисту, догляд за посівами, збирання врожаю, транспортування та зберігання зерна. Кожен із цих етапів пов’язаний із певними ризиками — механічними травмами, хімічним впливом, підвищеним фізичним навантаженням, впливом екстремальних погодних умов та іншими факторами.

Таблиця Х демонструє основні види робіт, потенційні ризики та рекомендовані заходи охорони праці, які забезпечують безпечне виконання технологічних операцій. Використання засобів індивідуального захисту, дотримання правил безпеки при роботі з технікою та хімічними препаратами, контроль метеорологічних умов і правильна організація праці значно знижують травматизм і підвищують продуктивність. Систематичний аналіз та удосконалення організації охорони праці сприяють створенню безпечного робочого середовища, що є важливим фактором стабільного і ефективного виробництва гороху посівного.

ВИСНОВКИ

Опрацювавши певну кількість вітчизняних та закордонних літературних джерел по технології вирощування гороху відомо що культура горох дуже складна і вимоглива до ґрунтів, попередників та їх удобрення. Забезпечення ґрунтів вологою, особливо на початку росту і при цвітінні, має важливе значення для продуктивності зерна гороху. Негативно впливають на горох шкідники, хвороби і бур'яни. До цього питання слід відноситися відповідально, щоб не допустити розвиток шкідників, хвороб та бур'янів.

Показники густоти сходів найкращими були на варіантах де мінеральні добрива не вносили але з передпосівною інокуляцією насіння. Проте позитивний вплив на кількість рослин які збереглися перед збиранням мали підвищенні дози мінеральних добрив, відповідно й виживаність їх була кращою порівняно з варіантом –контроль.

Інокулювання насіння гороху поліштамом азотфіксувальних бактерій залежно від рівня взаємодії інших факторів забезпечувало інтенсивніший приріст лінійної висоти рослин гороху сорту Меценат. У фазі цвітіння висота рослин коливалася від 56,6 см до 72,6 см залежно від варіанту удобрення мінеральними добривами.

Тривалість вегетаційного періоду у даного сорту становила 78 діб, де застосовували мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ та не інокулювали насіння. За цієї ж дози мінеральних добрив та із застосуванням інокулянта ці показники збільшилися до 85 діб.

На варіантах живлення де перед сівбою проводили інокуляцію насіння від фази повного цвітіння до фази наливу зерна маса сухої речовини збільшилися в середньому на 2,32 – 2,52 г/рослину залежно від різних доз мінеральних добрив. Застосування мінеральних добрив у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ сприяло зростання цих показників до максимальних і становили у фазі інтенсивного росту – 1,1 г/рослину, у фазах цвітіння та наливу зерна 4,36 – 6,88 г/рослину.

Багаторічні дослідження доводять, що горох формує близько 75-80 % квіток із загального числа сформованих бутонів і чим довший період цвітіння, тим більше утворюється квіток. У фазі достигання зерна на одну рослину гороху було 2,3 шт, середня кількість зерен в бобі становила 3,1 шт, маса 1000 зерен – 185 г на варіантах – контроль. На ділянках де проводили інокуляцію насіння ці показники становили – 2,9 шт.; 3,3 шт; 210 г відповідно.

Найкращою урожайність сорту гороху Меценат була на варіантах де проводили інокуляцію насіння перед посівом та мінеральні добрива у дозах $N_{30}P_{60}K_{60}$ і становила 3,83 т/га, що на 30 % більше за показники урожайності на варіантах без інокуляції насіння.

Показники економічної та енергетичної ефективності найвищими були на варіантах з внесенням мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{40}K_{60}$ де проводили інокуляцію насіння. Повна собівартість знаходились на рівні 1900 грн/га, чистий прибуток 7000 грн/га, а рівень рентабельності на рівні 94,2 %, тоді як на не інокульованому фоні найвищий рівень економічних показників (собівартість – 2100 грн/га, чистий прибуток – 4800 грн/га, рентабельність – 69,8 %).

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Поділля для одержання врожайності зерна гороху на рівні 3,87 т/га і вище доцільно удосконалювати інтенсивну технологію його вирощування, зокрема:

– вирощувати сорт Меценат;

– проводити інокулювання насіння поліштамом;

– оптимізувати систему удобрення, а саме: вносити восени фосфорні та калійні добрива в нормі $P_{40}K_{60}$, навесні азотні у дозах N_{30}.

СПСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрушко М., Лихочвор В., Андрушко О. Урожайність зерна гороху залежно від елементів системи удобрення. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2019. Серія Агрономія ; № 23. С. 67-71.

2. Балагур Н.С., Тетю А.В. Енергетична оцінка вирощування гороху *P. Sativum* за рахунок посіву на півдні Хмельницької області. Наук. робота (Г.О. Распутна, І.П. Рихлівський). Кам'янець-Подільський, 2015. 41 с.

3. Бахмат М. І., Небаба К. С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу західного. *Науковий вісник НУБіП України*. Київ, 2018. № 294. С. 24-31.

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

5. Вовченко А. М., Пономаренко М. І., Власова Н. А. [та ін.]. Порівняльна продуктивність сортів гороху та придатність їх до збирання прямим комбайнуванням. *Агроном*. 2007. № 3. С. 86-87.

6. Гамаюнова В. В. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2016. Вип. 24(1). С. 46-57.

7. Геркіял О. М., Господаренко Г. М., Коларьков Ю. В. Агрохімія. Умань, 2008. 300 с.

8. Гончар Т.М. Удосконалення технології вирощування гороху на зерно в умовах Правобережного Лісостепу України : автореф. ... дис. канд. с.-г. н. : Кам'янець-Подільський, 2008. 18 с.

9. Гончар Л. М., Пилипенко В. С. Польова схожість насіння та густота стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. *Науковий вісник НУБіП України*. Київ, 2017. № 269. С. 30-36.

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

11. Городній М. М. Агрохімія. Київ : Мастер Принт, 2015. 437 с.

12. Городній М. М., Мельник С. І., Маліновський А. С. [та ін.]. Агрохімія. Київ : Алефа, 2003. 778 с.

13. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115: 2002. [Чинний від 2002-0627]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. 5 с. (Національний стандарт України).

14. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Серія : Агрономія і біологія ; Вип. 9. С. 88-91.

15. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Каражбей Т.В., Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»* Київ : ВП «Едельвейс», 2016. Вип. 1. С. 36-45.

16. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin (дата звернення 15.10.2025)

17. Дідур І.М. Оптимізація моделей технологій вирощування гороху на зерно в умовах правобережного Лісостепу України. Наукове видання : *Корми і кормо виробництво.* 2008. № 63 С. 251-258.

18. Дранус В. В., Небаба К. С. Фінансово-економічне обґрунтування ефективності вирощування гороху в умовах Лісостепу західного. *Агросвіт* : наук.-практ. журн. 2020. № 17-18, верес. С. 60-67.

19. Ісичко О., Бовсуновський О. Горох – це не тільки найкращий попередник, а ще й... *Пропозиція*. 2004. № 11. С. 48-49.

20. Іщенко В. А. Ефективність застосування мінеральних та бактеріальних добрив при вирощуванні гороху вусатого типу в умовах

північного Степу україни. *Корми і кормовиробництво* : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 54-60.

21. Іщенко В. А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України. *Вісник Донецького нац. ун-ту*. *Серія А: Природничі науки.* Донецьк, 2009. Вип. 1. С. 557-561.

22. Казакова І. В. Економічна та енергетична оцінка ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур *Інноваційна економіка* : всеукр. наук.-виробн. журн. 2012. № 2. С. 113-116.

23. Клімат України / [за ред. : В. М. Бабіченко та ін.]. Укр. наук.-досл. гідрометеорологічний ін-т. Київ, 2003. 564 с.

24. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур : НВФ. «Українські технології». Львів, 2006. 73 с.

25. Медведовський О. В., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1991. 217 с.

26. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / ред. В. В. Волкодав ; Держ. коміс. України по випробовуванню та охороні сортів рослин. Київ : Технопринт, 2000. Вип. 1 : Загальна частина. 100 с.

27. Народна освіта http://narodna-osvita.com.ua/3456--36-lsostepova-zona.html (дата звернення 10.11.2025).

28. Небаба К. С. Симбіотична продуктивність гороху посівного залежно від впливу мінеральних добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу західного. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка* / ПДАТУ. Кам'янець-Подільський. 2020. Вип. 32. С. 54-58.

29. Нідзельський В.А. Кожному сорту своя технологія. *Сучасні Аграрні технології*. Інформаційно-аналітичне видання. №06 (334) червень – 2013, С. 13-19.

30. Оничко В.Л. Вплив мінеральних добрив, біопрепарату, стимулятора, мікроелементу на врожайність і якість зерна гороху в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник СНАУ.* Серія «Агрономія і біологія». Суми, 2007. Вип. 10-11. С. 92-97.

31. Панахид Г. Оранка довготривалого лучного травостою з обертанням скиби на 180^0 як основний чинник формування наступного урожаю. Екологічні, економічні та технологічні аспекти використання земельних ресурсів : мат. міжн. наук.-практ. форуму (Львів, 19–21 вер. 2007 р.). Львівський держ. аграр. університет. Львів [б. в.], 2007. С. 315–319.

32. Патика В.П., Петриченко В.Ф. Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. *Корми і кормовиробництво.* Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 3-11.

33. Письменний А.Г., Бердін С.І. Ефективність застосування різних доз мінеральних добрив під горох залежно від кліматичних умов року вирощування. *Вісник Сумського ДАУ*. Серія агрономія і біологія. Вип. 5. Суми, 2001. С. 100-102.

34. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я., [та ін.] Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України. Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури". Дніпро, 2018. Том 2. №2. С. 267-273. https://doi.org/10.31867/2523-4544/0035.

35. К.С. Небаба. Вплив мінеральних добрив та регуляторів росту на якість зерна гороху посівного в умовах Лісостепу Західного. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. № 38 (2023). С. 99-103. https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.14.

36. Січкар В. І. Роль зернобобових культур у вирішенні білкової проблеми в Україні. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. Вип. 53. С. 11–15.

37. Соколов В. М., Січкар В. І. Стан науково дослідних робіт з селекції зернобобових культур в Україні. *Збірник наукових праць Селекційногенетичного інституту НЦНС*. Серія: Селекція і насінництво. 2010. Вип. 15 (55). С. 6–9.

38. Таран Н. Ю., Косик О. І., Оканенко О. А. [та ін.]. Ліпіди рослин: *наукове видання.* Київ, 2006. С. 85–103.

39. Таран Н. Ю., Оканенко О. А., Стороженко В. О. Біохімія рослинних ліпідів. Київ, 2013. 262 с.

40. Таран Н. Ю., Ситар О. В., Новицька Н. В. [та ін.]. Нанотехнології в сучасному сільському господарстві. *Фізика живого.* Тернопіль, 2010. Вип. 18. № 3. С. 113–116.

41. Телекало Н. В. Формування фотосинтетичного апарату та урожайності зерна гороху в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв, 2015. Вип. 1. С. 130 – 136.

42. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Лактіонов М. І. [та ін]. Грунтознавство. Київ, 2005. 703 с.

43. Толкачов М. З. Раціональне використання симбіотичного азоту в сучасних агротехнологіях вирощування бобових культур. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Херсон, 2002. С. 291–293.

44. Топчій В., Жужа В. Мікродобрива – необхідний крок для росту врожаю. *Агроном*. 2004. № 3. С. 64–67.

45. Труфанов О. Біотехнологія в полі: біологічні інокулянти для насіння і грунту. Пропозиція Нова. Київ, 2012. № 12. С. 40–41.

46. Якість ґрунту. Метод визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. [Чинний від 2004-04-30] : Держспоживстандарт України. Київ, 2005. 8 с. (Національний стандарт України).

47. Ярошко М., Я. Мартінеца. Динаміка поживних речовин та аналіз рослин. *Агроном.* Київ, 2012. № 3. С. 32-35.

48. FAO (Ed.) Yearbook Production 2014. *Food and Agricultural Organization of United Nations. Rome*. 2015. 394 p. www.faostat.fao.org.

49. Grosjean F., Jondreville C., Williatte-Hazouard I., Skiba F., Carrouée B., Gatel F. Ileal digestibility of protein and amino acids of feed peas with different trypsin inhibitor activity in pigs. 2000. Sci. 80. P. 643–652.

50. Henry E., Jordan W. Theen zymesresponseof pea (Pisum sativum) stem section stoappliedindo laceticacid, gibberellicaci dan detrel: catalase, peroxidease an dpolyphenoloxidase. *Z. Pflan zenphysiol*. 1977. B. 2. P. 321–325.

51. Hu Falong, Zhao Cai, Feng Fuxue, Chai Qiang, Mu Yanping, Zhang Yan. Improving N management through intercropping alleviates the inhibitory effect of mineral N on nodulation in pea. *Plant and soil*. 2017. T. 412. Vol. 1–2. P. 235–251.

52. Jeuffroy M-H., Sebillote M. The end of flowering in pea: influence of plant nitrogen nutrition. Eur.J. Agron., 1997. № 6. P. 15–24. Access mode:http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301(96)02028-X

53. Kaya M. D., Çiftçi C. Y. and Kaya M.. Bakteri aflılaması ve azot dozlarının bezelye (Pisum sativum L.)'de verim ve verim ö¤elerine etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. 2002. T. 8(4). P. 300–305.

54. Kates M. Glycolipids of higher plants, algae,yeasts, and fungi. In: Kates M. (Ed.), *Handbook of lipid research 6.* Plenum Press, New York. 2005. P 235–320.

55. Khodapanahi E., Lefsrud M., Orsat V., Singh J. Warkentin Study of pea accessions for development of an oilseed pea. Energies, 2012. № 5. P. 3788–3802.

56. Saimbbi M.S., Dhillon G.S. Plant density studies in earlypeas *(Pisum sativum. L.)*. Res. Punjah Agr. Univ. 1985. №3. P. 458-462.

57. Tikhonovich I.A. Genetic potential of plants for improving the benefical microbe interactions / I.A. Tikhonovich, A.P. Kozhemyakov, N.A. Provorov et al. // *Biological Fixation of Nitrogen for Ecology and Sustainable Agriculture*. Berlin; Heidelberg, 1997. P. 191-194.

ДОДАТКИ