

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Спеціальність 201 Агрономія  
Освітньо-професійна програма Агрономія

«Допустити до захисту»  
Зав. кафедри агрохімії  
професор Сергій КРАМАРЬОВ

---

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня Магістр на тему:

**ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ  
В УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «ПРОГРЕС»  
КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач другого (магістерського)  
рівня вищої освіти

\_\_\_\_\_ Олександр ФІЛІН

Керівник кваліфікаційної роботи  
доцент

\_\_\_\_\_ Любов БАНДУРА

Дніпро 2025 р.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет – агрономічний  
Спеціальність – 201 Агроніомія  
Освітньо-професійна програма Агроніомія

«Затверджую»  
Завідувач кафедри агрохімії  
професор Сергій КРАМАРЬОВ

---

« 15 » вересня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи здобувачу другого (магістерського)  
рівня вищої освіти

*Філіну Олександрю Ігоровичу*

**1. Тема роботи:** «Оптимізація елементів технології вирощування гороху в умовах фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області»

**2. Термін здачі студентом закінченої роботи:** 10 грудня 2025 року

**3. Вихідні дані до роботи:**

- с.-г. підприємство – фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області;
- сільськогосподарська культура – горох.

**4. У розрахунково-пояснювальній записці** необхідно послідовно розкрити методику проведення досліджень, охарактеризувавши принципи, умови та порядок виконання експериментальних робіт. Після цього слід здійснити порівняльний аналіз отриманої врожайності гороху та провести детальну оцінку досліджуваних технологічних елементів. Завершальним етапом має бути формування узагальнених висновків на підставі проведених розрахунків та аналітичних матеріалів, а також розроблення практичних рекомендацій для виробництва.

## 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- таблиця характеристики ґрунту з показниками природної родючості, структури посівних площ;
- зробити аналіз техніки безпеки в господарстві;
- представити таблицю економічної або енергетичної ефективності культивування гороху.

## 6. Дата видачі завдання: 15 вересня 2024 року

Керівник

кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_

Любов БАНДУРА

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_

Олександр ФІЛІН

### *КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН*

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Огляд літератури	06.04.2025 – 28.04.2025	виконано
2.	Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	06.05.2025 – 28.06.2025	виконано
3.	Методика та результати проведення досліджень	25.10.2025. – 30.10.2025	виконано
4.	Економічна оцінка	25.10.2025. – 27.10.2025	виконано
5.	Охорона праці	17.11.2025. – 23.11.2025	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	07.12.2025	виконано

Керівник

кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_

Любов БАНДУРА

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_

Олександр ФІЛІН

**ЗМІСТ**

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Об'єкт і предмет досліджень	29
2.2 Умови проведення досліджень	29
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
4.1. Фенологічні спостереження за рослинами гороху	41
4.2. Вплив мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні гороху	48
4.3. Вплив системи удобрення на елементи структури врожаю гороху	51
4.4. Валив добрив на урожайність зерна гороху	53
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	56
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	60
ВИСНОВКИ	63
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66

## РЕФЕРАТ

**Тема кваліфікаційної роботи: Оптимізація елементів технології вирощування гороху в умовах фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області**

**Об'єкт дослідження** – рослини гороху посівного та їхня реакція на комплексне удобрення в умовах фермерського господарства «Прогрес».

**Предмет дослідження** – продуктивність, структурні елементи врожаю та агрохімічні показники залежно від норм і способів внесення комплексних добрив.

**Методи дослідження.** У роботі використовували польові, лабораторні та статистичні методи: фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, хімічний аналіз ґрунту та рослинної продукції відповідно до ДСТУ, а також математичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок.

Встановлено, що найвищі показники урожайності спостерігалися у варіанті  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$ , де середня урожайність становила 2,25 т/га, а річні значення перебували у діапазоні 2,34–2,15 т/га. Такий результат свідчить про оптимальне поєднання трьох основних елементів живлення з додаванням сірки, що забезпечує синергічний ефект у регуляції ростових процесів і формуванні врожаю.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків і пропозицій для виробництва, а також переліку використаних джерел. Загальний обсяг становить 69 аркушів комп'ютерного тексту, який містить 8 таблиць і 2 рисунки. Бібліографічний список охоплює 47 найменувань літературних джерел.

*Ключові слова:* ФГ «Прогрес», горох, мінеральні добрива, технологія, урожайність, охорона праці, економічна ефективність.

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Горох посівний (*Pisum sativum* L.) є однією з провідних зернобобових культур України, що широко використовується у харчовій і кормовій промисловості та відіграє важливу роль у формуванні білкового балансу аграрного сектору. В умовах зростання попиту на високобілкову продукцію, а також необхідності оптимізації сівозмін у господарствах Степової зони, значення гороху як культури, здатної збагачувати ґрунт біологічним азотом, стає особливо вагомим. Проте нестабільність урожайності гороху в умовах кліматичних змін, дефіциту вологи та зниження родючості ґрунтів зумовлює необхідність пошуку ефективних шляхів підвищення продуктивності культури. Одним із ключових факторів є раціональне застосування комплексних добрив, які здатні забезпечити рослини збалансованим набором макро- і мікроелементів, оптимізувати ріст та розвиток, посилити діяльність бульбочкових бактерій і підвищити стійкість до абіотичних стресів.

Для фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області проблема оптимізації живлення гороху є особливо актуальною, зважаючи на специфічні кліматичні умови регіону: недостатнє та нерівномірне зволоження, високі літні температури, схильність ґрунтів до втрати структури й зниження вмісту доступних форм елементів живлення. У таких умовах застосування комплексних добрив може стати визначальним чинником формування стабільно високої врожайності та рентабельності виробництва. Визначення оптимальних норм та способів їх внесення є важливим завданням для підвищення ефективності виробництва та раціонального використання ресурсів господарства.

**Стан вивченості проблеми.** У наукових дослідженнях широке висвітлення отримали питання впливу збалансованого удобрення на ріст, розвиток і продуктивність гороху. Встановлено, що комплексні добрива, залежно від складу, сприяють посиленню симбіотичної азотфіксації, активізації фотосинтетичних процесів, формуванню більшої кількості бобів і насіння,

підвищенню маси 1000 насінин та загальної урожайності. Водночас різні автори наголошують на необхідності диференційованого підходу до норм внесення добрив, зважаючи на тип ґрунту, вологозабезпеченість, біологічні особливості сорту та інтенсивність технології. Попри значну кількість досліджень, проблема оптимізації комплексного удобрення гороху для конкретних ґрунтово-кліматичних умов Степу Дніпропетровщини досі залишається недостатньо вивченою. Особливо актуальними є питання взаємодії макро- і мікроелементів, ефективності комплексних препаратів та їхнього впливу на структуру врожаю й економічні показники у виробничих умовах.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.** Дослідження виконано в межах науково-дослідної тематики кафедри рослинництва та агрохімії Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, спрямованої на підвищення продуктивності зернобобових культур у різних природно-кліматичних зонах України. Тема дипломної роботи узгоджена з дослідницькими напрямками університету та має практичну спрямованість щодо удосконалення системи удобрення гороху в умовах фермерського господарства «Прогрес».

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є вивчення впливу комплексних добрив на продуктивність гороху та встановлення оптимальних норм їхнього застосування в умовах фермерського господарства «Прогрес» Кам'янського району Дніпропетровської області.

**Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:**

- охарактеризувати ґрунтово-кліматичні умови вирощування гороху в господарстві;
- дослідити вплив різних норм і видів комплексних добрив на ріст, розвиток і продуктивність рослин;
- визначити зміни структури врожаю залежно від рівня живлення;
- провести економічну оцінку ефективності застосування комплексних добрив;

– сформувати науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимізації удобрення гороху в умовах Степу.

**Об’єкт дослідження** – рослини гороху посівного та їхня реакція на комплексне удобрення в умовах фермерського господарства «Прогрес».

**Предмет дослідження** – продуктивність, структурні елементи врожаю та агрохімічні показники залежно від норм і способів внесення комплексних добрив.

**Методи дослідження.** У роботі використовували польові, лабораторні та статистичні методи: фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, хімічний аналіз ґрунту та рослинної продукції відповідно до ДСТУ, а також математичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок.

**Наукова новизна** полягає у встановленні ефективності різних норм комплексних добрив у специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Кам’янського району та визначенні їхнього впливу на формування продуктивності та структури врожаю гороху.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає у можливості використання запропонованої системи удобрення для підвищення урожайності, покращення якості зерна та зростання економічної ефективності виробництва гороху у фермерському господарстві «Прогрес».

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Горох як культура має порівняно стислий період вегетації й характеризується слабо розгалуженою кореневою системою, що зумовлює його підвищену чутливість до наявності доступних елементів живлення в орному шарі ґрунту. Для формування 1 ц насіння та відповідної кількості вегетативної маси рослини споживають значні обсяги макро- і мікроелементів. Зокрема, на кожну центнерну одиницю врожаю горох засвоює орієнтовно 4,0–6,2 кг азоту, близько 1,6–2,1 кг фосфору, 3,6–4,3 кг калію, у межах 2,3–3,2 кг кальцію, приблизно 0,7–1,4 кг магнію та сірки, а також критично залежить від мікроелементів – передусім молібдену та бору, які регулюють ферментативну активність і азотфіксацію [1–3].

У разі формування врожайності на рівні 3,8–4,1 т/га сумарний винос поживних речовин із ґрунтового профілю може сягати 230–270 кг азоту, 45–52 кг фосфору та понад 75–85 кг калію, що свідчить про високі потреби цієї культури у збалансованій системі мінерального живлення [4, 5]. Саме тому забезпечення оптимального рівня елементів живлення є ключовою передумовою для отримання стабільно високих врожаїв.

За умов достатньої родючості ґрунтів, зокрема коли вміст рухомих форм фосфору й калію перевищує 150 мг/кг ґрунту, культура гороху здатна формувати продуктивність без застосування додаткових доз мінеральних добрив. Проте на малородючих ґрунтах із вмістом доступних фосфатів та калійних форм менше 90–100 мг/кг внесення відповідних добрив стає обов'язковим, оскільки природний запас елементів живлення не може компенсувати потреби культури протягом вегетації [1].

Окремої уваги потребує режим азотного живлення гороху. Доведено, що за внесення підвищених доз мінерального азоту рослини перестають формувати повноцінні бульбочки, оскільки активне надходження легкодоступного азоту

пригнічує розвиток ризобіального апарату. Експериментальні дані свідчать, що азотні форми добрив негативно впливають на всі стадії симбіотичної взаємодії «горох – бульбочкові бактерії»: від початкового заселення кореневої системи до процесу фіксації атмосферного азоту [6]. Надлишкове внесення азотних сполук призводить до різкого зниження азотфіксуючої здатності бульбочок, що фактично переводить рослини на живлення виключно мінеральним азотом, унесеним у ґрунт, і зменшує біологічну цінність симбіозу [7].

Упродовж багаторічних досліджень, проведених на дослідних полях Полтавської ДСГДС ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ у 2011–2013 рр., було з'ясовано, що для створення оптимальних умов розвитку симбіотичної азотфіксації у посівах гороху найкраще поєднання забезпечує передпосівна інокуляція насіння разом із внесенням фосфорно-калійних добрив у дозі близько Р68–К85 на тлі чорнозему типового малогумусного важкосуглинкового. Саме така система живлення сприяла формуванню найбільш розвинутого бульбочкового апарату, тоді як додаткові дози мінерального азоту виявили негативний ефект, порушуючи природний симбіотичний зв'язок між *Bradyrhizobium* та кореневою системою рослин. У низці робіт наголошується, що надмірне азотне живлення стримує активність азотфіксації, тому рекомендації щодо використання стартових норм азоту залишаються недостатньо однозначними.

Розгортання процесів симбіотичної фіксації азоту відбувається поступово: перші помітні ознаки активності виявляються вже у фазі 2-3 справжніх листків, тоді як максимальна інтенсивність спостерігається в період початку цвітіння та формування перших бобів. Саме на цій стадії рослини гороху найактивніше поглинають елементи мінерального живлення і демонструють найбільшу потребу в доступності поживних речовин, що корелює з піком роботи бульбочкових бактерій, що залежить також від сортових особливостей гороху [8 47].

Обсяги азотфіксації істотно варіюють залежно від сорту, умов вирощування, забезпеченості вологою, агротехніки й біологічної активності ґрунту. Різні автори наводять неоднакові величини засвоєного атмосферного азоту. За даними окремих джерел, горох здатний фіксувати від 40 до 95 кг азоту з повітря протягом вегетації, у той час як інші дослідники вказують середні значення близько 75–85 кг/га д. р. В. Січкара у своїх роботах наводить показник близько 95–105 кг/га д. р., підкреслюючи вагомий внесок симбіотичного апарату у формування врожаю. У пізніших закордонних та вітчизняних дослідженнях межі фіксації збільшено до 110–155 кг/га д.р., а в окремих експериментах, проведених за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов і високої активності ризобіального комплексу, наведено навіть значення у межах 130–460 кг/га д.р., що свідчить про надзвичайно високий потенціал культури щодо забезпечення себе азотом біологічного походження [9].

У науковій літературі не простежується єдиної позиції щодо доцільності застосування мінеральних азотних добрив під горох. Частина дослідників стверджує, що культура за сприятливих умов формує високу здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що потенційно може повністю покривати потребу рослин у цьому елементі. Таке твердження ґрунтується на даних, отриманих під час дослідження функціонування бульбочкових бактерій, які активізуються у фазах інтенсивної вегетації та забезпечують значний внесок у азотний баланс посівів.

Разом із тим інші результати свідчать про те, що навіть за достатнього забезпечення рослин фосфором та калієм у період активного росту й формування зерна горох нерідко відчуває дефіцит засвоюваного азоту. Це явище особливо виразне в екологічних умовах, де вміст доступних форм азоту в орному шарі ґрунту є зниженим. У таких ситуаціях культура не завжди здатна реалізувати свій симбіотичний потенціал на рівні, достатньому для формування високої продуктивності [10].

Дані Інституту фізіології рослин і генетики НАН України підтверджують суттєвий вплив бактеріальних препаратів на формування врожайності. Зокрема, обробка насіння ризобіофітовими штамми забезпечує помітний приріст урожайності у сорту Мадонна – близько 4,9 ц/га, що становить приблизно 15 %. Таке збільшення пов'язане з поліпшенням активності бульбочкових бактерій та стабільнішим забезпеченням рослин азотом на ранніх і середніх етапах розвитку.

Водночас застосування мінерального азоту у вигляді аміачної селітри в дозі N60, як свідчать результати експериментів, може мати зворотний ефект. Надмірне надходження легкодоступних азотних сполук у ґрунтовий розчин знижує інтенсивність симбіотичної азотфіксації, що призводить до ослаблення бульбочкової системи. У деяких дослідках це спричиняло зменшення врожайності в середньому на 3,8 ц/га у порівнянні з варіантом, де використовувався лише бактеріальний препарат [12].

Ефективність застосування сидеральних добрив підтверджується стабільним збільшенням кількості активних бульбочок і посиленням процесів азотфіксації. За таких умов рослини краще реалізують потенціал симбіотичного апарату, що сприяє формуванню вищого урожаю та поліпшенню азотного живлення протягом критичних фаз розвитку.

Схожі результати отримано й у дослідках щодо прямої передпосівної інокуляції насіння бульбочковими бактеріями, яка забезпечує додатковий приріст урожайності переважно в межах 1,7–3,2 ц/га. Такий ефект пояснюється тим, що штучне підсилення початкової колонізації кореневої системи сприяє швидшому формуванню активних симбіотичних структур.

У сучасних дослідженнях щодо живлення гороху дедалі частіше наголошується на тому, що ефективність початкового росту культури значною мірою залежить від доступності ґрунтового азоту у перші тижні після появи сходів. До моменту, коли симбіотична система повністю активізується, що

зазвичай відбувається приблизно через 16–27 днів від початку вегетації, рослини залежать від запасів мінерального азоту в орному шарі. Саме тому прихильники цього підходу наполягають на застосуванні помірних стартових доз азотних добрив, що забезпечує стабільне живлення культури в ранні фази розвитку та сприяє формуванню продуктивної кореневої системи.

Поряд із цим сформувалася й інша, більш радикальна точка зору, згідно з якою отримання врожайності гороху на рівні 4,2–5,3 т/га можливе виключно за умов орієнтації живлення рослин на мінеральний азот. Прихильники цієї концепції вважають, що природна здатність культури до фіксації атмосферного азоту навіть у сприятливих умовах не забезпечує необхідного рівня азотного балансу для формування максимально високої продуктивності. Вони підкреслюють, що симбіотичний потенціал культури має певні фізіологічні обмеження, тому компенсація нестачі азоту за рахунок добрив є ключовою умовою досягнення високих урожаїв.

Окрему увагу приділяють ролі фосфору, який розглядається як критичний елемент для функціонування бульбочкових бактерій та розвитку кореневої системи. Внесення фосфорних добрив, за результатами численних досліджень, сприяє інтенсифікації бульбочкоутворення, зменшує негативний вплив надлишкового азотного живлення та забезпечує активнішу роботу симбіотичного апарату. Бактерії, які формують бульбочки на коренях гороху, здатні переводити малорозчинні фосфатні сполуки у доступні форми, тим самим підсилюючи фосфорне живлення рослин. Це свідчить про те, що симбіоз «горох – бульбочкові бактерії» має комплексний ефект, поліпшуючи забезпечення рослин не лише азотом, але й фосфором [17].

Дефіцит фосфору у ґрунті зумовлює порушення формування генеративних органів, уповільнює наливання та досягання зерна, а також негативно впливає на загальну тривалість вегетаційного періоду. Не менш важливою є його роль у підвищенні адаптивного потенціалу рослин:

оптимальне фосфорне живлення посилює стійкість гороху до посушливих умов, знижує чутливість до низьких температур і запобігає розвитку низки грибних хвороб. Доведено, що у разі недостатнього забезпечення рослин фосфором різко зменшується засвоєння азоту, і навпаки, дефіцит азоту знижує ефективність використання фосфору, що свідчить про тісний взаємозв'язок цих елементів у процесах росту й розвитку гороху.

У сучасних агрономічних дослідженнях наголошується на особливій ролі калію у регуляції фізіологічних процесів рослин гороху, оскільки цей елемент забезпечує стабільність клітинного обміну та гармонійне функціонування важливих метаболічних ланок. Одним із ключових його ефектів є нормалізація азотного й фосфорного живлення, що створює оптимальні умови для формування врожайності. За умов дефіциту калію спостерігається зниження синтезу білкових речовин у зерні, що прямо впливає на його харчову та кормову якість. У дослідях, проведених на тлі азотно-фосфорного живлення, застосування калійних добрив у нормі близько K55–K62 сприяло зростанню врожайності на 0,25–0,71 т/га, що свідчить про їхнє суттєве значення у живленні культури. Підтвердженням цієї закономірності є роботи Ю. А. Злобіна, у яких встановлено позитивний вплив доступних калійних форм на накопичення білку в зерні гороху [7].

Водночас, незважаючи на позитивні ефекти калію, фахівці звертають увагу на те, що під цю культуру недоцільно застосовувати калійні добрива, що містять хлор. Хлоридні форми калію можуть викликати фізіологічний стрес, знижувати активність ферментних систем та негативно впливати на розвиток кореневої системи. Особливо чутливими до хлоридів є ранні фази росту гороху, коли формуються перші симбіотичні структури, і будь-які несприятливі фактори можуть пригальмувати їхній розвиток.

Окрім калію, важливу роль у живленні бобових відіграє магній, який є незамінним компонентом молекули хлорофілу та бере участь у механізмах

фотосинтезу. Цей елемент також має опосередкований вплив на активність бульбочкових бактерій, оскільки забезпечує енергетичну стабільність клітин і підтримує роботу ферментативних систем, задіяних у процесах азотфіксації. Магній бере участь у численних обмінних реакціях, включаючи синтез вуглеводів, амінокислот та органічних кислот, що визначає його ключову роль для росту й розвитку рослин [10].

На ґрунтах, де вміст рухомих форм магнію є недостатнім (переважно нижче 22–48 мг/кг ґрунту), доцільно проводити коригування живлення шляхом внесення магнієвмісних добрив. Рекомендовані дози складають у середньому 32–42 кг/га MgO, що дозволяє стабілізувати фотосинтетичні процеси та покращити функціонування симбіотичного апарату гороху. Застосування магнієвих добрив на таких ґрунтах забезпечує вирівняне живлення рослин, сприяє інтенсивнішому формуванню бульбочок і покращує засвоєння інших елементів, зокрема азоту та фосфору.

У численних дослідженнях, проведених білоруськими науковцями, встановлено, що рівень забезпечення ґрунту обмінними формами магнію відіграє ключову роль у формуванні продуктивності гороху навіть за повної відсутності мінеральних добрив. Перехід ґрунтів від низького до високого ступеня забезпеченості магнієм, тобто приблизно від 44–52 мг/кг до 135–150 мг/кг, сприяв суттєвому підвищенню врожайності у контрольних варіантах: з приблизно 28,8 до 40,3 ц/га. Це свідчить про те, що навіть базовий рівень забезпеченості Mg у ґрунті здатен істотно змінювати продуктивність культури, зокрема за умов, коли інші елементи живлення не вносяться [13].

Цікаво, що результати дослідів із листовим внесенням сульфату магнію виразно залежали від початкової забезпеченості ґрунту обмінним Mg. Найвищий урожай зерна фіксувався переважно на середньому рівні забезпечення, де поєднувались оптимальні коефіцієнти засвоєння елементів живлення та стабільна діяльність бульбочкових бактерій. Саме на цьому фоні

позакореневе підживлення проявило максимальну ефективність, що підтверджує тісну взаємодію між магнієвим живленням і фізіологічними процесами в рослинах гороху.

Окремої уваги заслуговує комбіноване удобрення, у якому використовували N30P60K120 разом із S36 і Mg у листовій формі. Саме на такому варіанті вдалося отримати найвищий показник врожайності, який становив близько 50,9 ц/га. Додавання сірки в дозі близько 36 кг/га забезпечувало приріст урожайності на різних рівнях забезпеченості магнієм: приблизно 4,4–4,8 ц/га на низькому рівні та близько 2,8–3,2 ц/га на середньому рівні. Така різниця пояснюється активізацією синтетичних процесів, у яких сірка виконує критичну роль як складова амінокислот і білкових структур [14–16].

Підживлення сульфатом магнію у вигляді позакорневих обробок у дозах 1,0–1,6 кг/га зумовлювало збільшення врожайності зерна гороху на різних ступенях забезпечення ґрунту магнієм. На малозабезпечених ґрунтах додатковий урожай становив у середньому 6,0–6,7 ц/га, тоді як на середньому рівні забезпеченості цей показник коливався у межах 4,0–5,2 ц/га. Водночас суттєвої різниці між застосуванням 1,0 і 1,5 кг/га Mg не зафіксовано, що свідчить про певне насичення фізіологічних потреб рослин уже на нижчій із зазначених норм.

Сірка, за класифікацією поживних елементів для бобових культур, належить до групи середньої потреби, однак її функції є надзвичайно важливими. Упродовж вегетації горох споживає орієнтовно 22–42 кг/га сірки, причому найбільш інтенсивне її поглинання спостерігається в період формування бутонів і до початку цвітіння. Цей елемент є структурною складовою молекул білка, тому його нестача різко обмежує ефективність азотного живлення, знижуючи загальний біосинтетичний потенціал рослин. За значущістю в засвоєнні сірка поступається лише азоту, калію та фосфору, однак

без неї повноцінний синтез протеїнів та функціонування ферментних систем є неможливими [17].

У численних дослідженнях, проведених фахівцями ННЦ «Інститут землеробства НААН» встановлено, що найбільш відчутний вплив на формування врожайності гороху справляє внесення азотних добрив у ті фази розвитку, коли рослини мають найбільшу потребу в доступних формах азоту. Зокрема, підживлення на IV і IX етапах органогенезу забезпечувало приріст урожаю в межах приблизно 0,56–1,12 т/га, що свідчить про високий рівень чутливості культури до азотного живлення у критичні періоди її онтогенезу. Такий ефект зумовлений посиленням синтетичних процесів у рослин та активізацією фотосинтетичного апарату, що сприяє кращому формуванню генеративних органів. [21].

Попри це, у науковій літературі простежується значна варіабельність рекомендацій щодо норм мінерального живлення при вирощуванні гороху. Розбіжності у запропонованих дозах пояснюються великою різницею у ґрунтово-кліматичних умовах регіонів вирощування, особливостями генотипів певних сортів, а також специфікою технологічних моделей, які застосовують у господарствах. Усе це зумовлює необхідність адаптації системи удобрення під конкретні агроекологічні умови [18-26].

Наприклад, у північному Степу, де поширені малогумусні чорноземи з порівняно невисокою природною забезпеченістю поживними речовинами, оптимальними для формування врожайності на рівні приблизно 2,1–2,3 т/га вважаються помірні дози мінеральних добрив. У таких умовах доцільним є внесення N28–N32, P28–P32 та K28–K32, що забезпечує стабільний рівень живлення без ризику надмірної мінералізації ґрунту.

Інша ситуація спостерігається у лівобережному Лісостепу, особливо на типових малогумусних важкосуглинкових чорноземах. Тут рослини краще реагують на підвищені дози фосфору та калію. Рекомендації передбачають

внесення приблизно N30P45K45, а також додаткове азотне підживлення у фазі гілкування в нормі близько N14–N16. Така система живлення дозволяє підвищити врожайність гороху до рівня 3,6–3,7 т/га, що значно перевищує потенціал у регіонах зі складнішими ґрунтовими умовами [5, 21].

У зоні західного Лісостепу, де ґрунти відзначаються кращою структурою та підвищеним природним вмістом поживних речовин, ефективною є дещо інша стратегія внесення добрив. За рекомендаціями Мартинюка О. М., для отримання врожайності на рівні 3,1–3,6 т/га доцільно проводити осіннє внесення фосфорно-калійних добрив у співвідношенні приблизно P38–P42 та K58–K62, а перед сівбою вносити початкову дозу азоту в межах N18–N22. Така система дозволяє рослинам активно стартувати навесні та забезпечує рівномірне надходження поживних елементів протягом перших фаз розвитку.

У ході комплексних досліджень технологічних схем вирощування гороху було встановлено, що найвищу продуктивність сортів Чекбек і Клеопатра забезпечила багатокomпонентна система удобрення та регуляції ростових процесів. Для сорту Чекбек урожайність становила приблизно 3,8 т/га, тоді як сорт Клеопатра досягав рівня близько 4,2–4,3 т/га. Оптимальний результат одержано за технології, яка передбачала внесення мінеральних добрив у дозах, близьких до N14–N16P58–P62K88–K92, а також дворазове підживлення азотними добривами по N14–N16. Ефект посилювався завдяки застосуванню рістстимулюючого препарату «Росток», передпосівній обробці насіння поліштамом та інтегрованій системі захисту рослин від хвороб і шкідників. Саме поєднання цих елементів забезпечило найбільш гармонійний розвиток рослин та високі показники продуктивності [22].

Дещо інші рекомендації щодо удобрення пропонують дослідники М. І. Бахмат і К. С. Небаба, які працювали в умовах західного Лісостепу. Вони довели, що для отримання стабільного врожаю за природних умов цього регіону ефективною є система мінерального живлення на рівні приблизно N28–

N32P28–P32K43–K47. Такий баланс елементів живлення забезпечує оптимальний стартовий розвиток рослин та сприяє збільшенню продуктивності, особливо в умовах помірної вологості та високої біологічної активності ґрунту.

Помітну увагу в дослідженнях приділяли і сортам різних морфотипів. Високі результати отримано у групи безлисточкових сортів, зокрема у сорту Дамир 2, урожайність якого досягала близько 3,6–3,7 т/га, та Модус, що забезпечував приблизно 3,0–3,1 т/га. Серед листочкових морфотипів найпродуктивнішими були сорти Елегант із урожайністю близько 3,4–3,5 т/га та Світязь із рівнем 3,2–3,3 т/га. Усі вони найкраще реагували на технологію, яка передбачає внесення повної дози мінеральних добрив на рівні близько N30P45K60. Саме така система живлення дозволяла забезпечити оптимальний поживний фон для росту та формування насіння, незалежно від морфотипу сорту.

Результати, наведені С. П. Дворецькою та В. Ф. Камінським, свідчать про надзвичайно важливу роль комплексного внесення макроелементів у формуванні врожайності сортів гороху Вінець, Готівський та Камелот. Для цих сортів найбільш сприятливі умови створювалися за технологічними схемами N44–N46P58–P62K58–K62, а також за варіантом N30P60K60 із додатковим підживленням N15 на VII етапі органогенезу. Урожайність у цих сортів коливалася у межах від 3,5 до 3,7 т/га, залежно від генетичних особливостей і реакції на мінеральне живлення.

Внесення добрив сприяло збільшенню врожайності на 0,28–1,10 т/га, тоді як передпосівна інокуляція насіння забезпечувала приріст на рівні 0,12–0,43 т/га. Застосування рістстимулюючого препарату «Росток» також показало позитивний, хоч і менший ефект – додатково 0,03–0,21 т/га. Сукупність цих заходів забезпечувала комплексне підсилення ростових процесів, зокрема

енергії початкового розвитку, інтенсивності фотосинтезу та активності симбіотичної азотфіксації [24].

У низці досліджень, присвячених удосконаленню системи живлення гороху польового, встановлено, що найбільш продуктивною нормою мінеральних добрив виявився варіант, близький до N30P72–P78K118–K122. За цієї дози рослини формували врожайність на рівні приблизно 34,4–34,8 ц/га, що було одним із найвищих показників у відповідних дослідках. Комбінація середніх норм азоту з підвищеним фосфорним і калійним живленням створювала збалансований поживний фон, який позитивно впливав на розвиток кореневої системи та процеси генеративного органогенезу.

Разом із тим, результати інших експериментів демонструють, що високу продуктивність гороху можна отримати й за альтернативних схем удобрення. Так, за застосування дози, близької до N48–N52P68–P72K38–K42, урожайність сягала близько 2,7 т/га. Це свідчить про те, що культура проявляє високу чутливість до співвідношення елементів живлення, а не лише до абсолютної їх кількості.

Окрему увагу привертають технології, які передбачають поєднання мінеральних добрив з бактеріальними інокулянтами. Як показують дослідження, застосування ризогуміну в комбінації з нормою мінерального живлення, що не перевищувала N58–N62P58–P62K58–K62, сприяло формуванню врожайності на рівні близько 3,5 т/га. Вплив інокуляції пояснюється активізацією симбіотичної фіксації азоту, яка дозволяє рослинам більш ефективно використовувати доступні макроелементи. Аналогічні рекомендації подає Р. А. Антипін, який зазначає, що для сортів Вінничанин та Світязь найдоцільніше застосовувати схему живлення, ідентичну або дуже близьку до N60P60K60, що забезпечує близько 3,5–3,6 т/га зерна [25-28].

У своїх дослідженнях Н. В. Телекало визначила оптимальною нормою удобрення дещо іншу комбінацію – приблизно N43–N47P58–P62K58–K62. Така

система живлення забезпечує стабільний ріст та розвиток рослин, а також сприяє підвищенню енергії формування бульбочок. У свою чергу Т. М. Рябоконь обґрунтовує необхідність збільшення дози фосфорних і азотних добрив, рекомендуючи схему, подібну до N45P60K90 із додатковим азотним підживленням у нормі близько N14–N16 у пізніші фази розвитку культури. Цей варіант забезпечував посилення генеративних процесів і сприяв поліпшенню структури врожаю [7, 29].

Додаткові дані досліджень свідчать про те, що навіть порівняно помірні норми удобрення можуть істотно впливати на продуктивність. Так, внесення добрив у дозах, близьких до N18–N22P68–P72K80–K84, забезпечувало приріст урожайності приблизно на 0,45–0,48 т/га порівняно з варіантом без застосування мінеральних добрив. Це підтверджує, що навіть невеликі коригування поживного фону здатні суттєво вплинути на реалізацію потенціалу культури.

У результаті численних досліджень було встановлено, що внесення фосфорних і калійних добрив позитивно впливає на продуктивність гороху, проте величина прибавки значною мірою залежить від біологічних особливостей конкретного сорту. Для окремих генотипів збільшення урожайності становило близько 0,12–0,33 т/га, що свідчить про різну реакцію сортів на мінеральне живлення. Найпомітніший ефект забезпечувало застосування повного мінерального добрива: приріст урожаю в цьому випадку досягав майже 0,5–0,52 т/га, що відповідало приблизно 23–25 % збільшення продуктивності. Найбільшу реакцію на добрива демонстрували високопродуктивні сорти Фараон і Спартак, які більш інтенсивно використовували поживні речовини для формування генеративних органів [30].

Особливу увагу привертають результати, отримані в умовах північно-східного Степу України. Тут поєднання передпосівної інокуляції насіння ризогуміном із внесенням повного мінерального добрива на рівні, близькому до

N58–N62P58–P62K58–K62, забезпечило суттєве підвищення врожайності зерна гороху. Урожайність досягала близько 2,8–2,85 т/га, що перевищувало контрольний варіант майже на 0,78–0,82 т/га. Такий ефект пояснюється поєднаною дією симбіотичної фіксації азоту, активізації корневих процесів та покращенням доступності фосфору й калію у критичні фази розвитку [1, 5, 31].

Важливим елементом сучасної технології вирощування є диференціація норм удобрення залежно від програмованого рівня врожайності. Наукові дані переконливо демонструють, що ефективність застосування добрив суттєво залежить від ресурсного забезпечення господарства та потенціалу конкретного сорту. Так, В. Ф. Камінський пропонує для максимальної реалізації продуктивності сортів використовувати підвищені норми добрив – на рівні близько N45P60K60–90. У випадках, коли ресурсні можливості господарства обмежені, науковець рекомендує зменшувати навантаження до помірних рівнів, які коливаються у межах N15–N30P30–P45K30–K60, що дозволяє забезпечити економічно обґрунтоване співвідношення витрат і отриманого врожаю.

Разом із тим у науковій літературі описані й випадки низької ефективності мінерального живлення. Наприклад, у дослідях, проведених у Київській області, сорт Харківський еталонний за внесення дози, близької до N45P90K90, формував урожайність лише на рівні приблизно 2,2–2,3 т/га, що свідчить про відсутність лінійної залежності між дозою добрив і продуктивністю. Тут імовірно спрацювали кліматичні чинники, недостатня вологозабезпеченість або низька ефективність кореневої системи у засвоєнні макроелементів [32–34].

Зовсім інші результати отримано в умовах північної частини Правобережного Лісостепу. На сірих лісових ґрунтах доцільним виявилось внесення повної дози мінеральних добрив на рівні приблизно N45P60K90 із додатковим підживленням N14–N16 у фазі інтенсивного росту. Саме такий підхід дозволяв у сприятливі за погодними умовами роки формувати надзвичайно високі врожаї, які досягали 5,3–5,4 т/га. Така продуктивність

пояснюється високою буферністю ґрунтів цього типу, гармонійним забезпеченням поживними елементами й активністю симбіотичних систем.

У практиці вирощування гороху дедалі частіше підкреслюється, що застосування лише макродобрих не завжди забезпечує очікуваний ефект щодо приросту врожайності. Рослинам недостатньо отримувати лише азот, фосфор і калій, оскільки повноцінне функціонування симбіотичної азотфіксації потребує також мікроелементів, серед яких ключову роль відіграють бор, молібден та кобальт. Саме ці елементи активізують метаболічні процеси в бульбочкових бактеріях, підсилюють їхню ферментативну діяльність та покращують перетворення атмосферного азоту у форми, доступні рослинам.

Застосування комплексних мікродобрих у поєднанні з різними фонами мінерального живлення продемонструвало стабільний позитивний вплив на формування врожайності. Приріст зерна в таких дослідах коливався в межах приблизно 0,12–0,58 т/га. Це свідчить про те, що навіть невеликі дози мікроелементів істотно підсилюють дію основних добрив, особливо у фазах активного росту та формування репродуктивних органів [7].

Цікаві результати наведені у роботах І. М. Дідура. Дослідник встановив, що дворазове позакореневе застосування препарату Кристалон Особливий суттєво впливало на показники насінневої продуктивності гороху. У сорту Елегант кількість насінин на одну рослину досягала 25,1–25,6 шт., тоді як у сорту Дамир 2 цей показник становив 29,1–29,5 шт. У порівнянні з контролем це було більше на 5–8 насінин, що підтверджує значний вплив мікроелементів на закладання генеративних органів і розвиток насінневих зачатків.

Упродовж останніх років у технологіях вирощування гороху активно впроваджуються численні регулятори росту та біологічні препарати. Значна їх частина спрямована на стимуляцію кореневої системи, посилення стійкості рослин та оптимізацію симбіотичних процесів. Проте ефективність багатьох із цих продуктів викликає певні дискусії, оскільки вона залежить від погодних

умов, типу ґрунту, генетичних особливостей сорту та фонів живлення. Незважаючи на це, низка дослідників підтверджує, що обробка насіння та рослин біологічними препаратами здатна забезпечувати істотне збільшення врожайності зерна. Це пояснюється активацією корисної мікрофлори, покращенням засвоєння поживних речовин та стимуляцією фізіологічних процесів у рослинах [35-37].

Комплексні мінеральні добрива посідають важливе місце у сучасних технологіях вирощування гороху, оскільки дають змогу одночасно забезпечити рослини основними елементами живлення – азотом, фосфором і калієм, а також, у разі спеціалізованих форм, мікроелементами. Для бобових культур, у тому числі гороху, які здатні до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, питання доцільності та норм внесення комплексних добрив набуває особливої актуальності, адже надмірні дози азоту можуть пригнічувати діяльність бульбочкових бактерій, тоді як оптимальне співвідношення NPK здатне суттєво підвищувати продуктивність і покращувати якість зерна. У літературі відзначається, що реакція гороху на комплексне удобрення істотно залежить від початкової забезпеченості ґрунту поживними речовинами, погодних умов, біологічних особливостей сорту і рівня інтенсивності технології вирощування.

Базовим компонентом більшості комплексних добрив є фосфор, який визначає розвиток кореневої системи, інтенсивність енергетичного обміну та закладання репродуктивних органів. Дослідження показують, що саме фосфор найчастіше виступає обмежувальним фактором у живленні гороху, а внесення комплексних NPK-добрив із підвищеною часткою фосфору призводить до істотного збільшення кількості бобів на рослині, маси насіння з рослини та врожайності в цілому. У польових дослідах за участю різних сортів гороху додавання фосфорних компонентів у складі комплексних добрив забезпечувало приріст урожаю на 10–15 % порівняно з варіантами без фосфору або з використанням лише азотних добрив, при цьому саме фосфор, а не додатковий

азот, частіше був вирішальним для реалізації потенціалу врожайності та вмісту протеїну в зерні [38-40].

Калій як складова комплексних добрив розглядається у літературі як ключовий елемент регуляції водного режиму та білкового обміну гороху. У дослідженнях, виконаних на різних типах ґрунтів, підкреслюється, що за достатньої забезпеченості ґрунту калієм реакція гороху на його додаткове внесення у складі комплексних добрив може бути слабо вираженою, тоді як на ґрунтах із низьким умістом обмінного К внесення NPK-комплексів із рекомендованими дозами калію забезпечує істотний приріст урожайності. Такі зміни пов'язані з поліпшенням транспорту вуглеводів від листків до насіння, підвищенням стійкості рослин до посухи та зниженням рівня ураження окремими хворобами, що обумовлює доцільність урахування калійного режиму ґрунту при виборі схеми застосування комплексних добрив.

Азотний компонент у складі комплексних добрив для гороху трактується дослідниками неоднозначно. Частина робіт вказує, що стартові дози азоту в складі NPK-добрив забезпечують кращий розвиток рослин у ранні фази, до повноцінної активізації симбіотичної азотфіксації, що виражається у збільшенні площі листової поверхні, інтенсивності фотосинтезу та, зрештою, у вищій масі насіння з рослини. Водночас інші результати свідчать, що за достатньої забезпеченості ґрунту доступним азотом внесення високих доз азоту в комплексних добривах може бути малоефективним або навіть небажаним через зниження активності бульбочкових бактерій і посилений вегетативний ріст на шкоду генеративним органам. У польових дослідках встановлено, що за умов достатніх запасів мінерального азоту в орному шарі приріст урожайності від внесення повних NPK-комплексів був незначним, тоді як на бідніших ґрунтах реакція культури була більш вираженою [41].

У роботах, присвячених вивченню різних стратегій удобрення, комплексні добрива часто порівнюють із органічними та орґано-мінеральними системами

живлення. Дані польових експериментів свідчать, що поєднання NPK-добрив із органічними матеріалами (гній, компости, сидерати) або біопрепаратами забезпечує більш повну реалізацію потенціалу культури. Такі схеми живлення сприяли зростанню висоти рослин, кількості пагонів, бобів і насінин на рослину, а також збільшували масу 100 насінин порівняно з варіантами, де застосовували тільки мінеральні комплексні добрива або лише органічні добрива. У ряді дослідів комбіноване внесення органічних і комплексних NPK-добрив забезпечувало найвищі показники врожайності та сприятливо впливало на якість продукції [42].

Питання взаємодії комплексних добрив із передпосівною інокуляцією насіння гороху та використанням біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих мікроорганізмів висвітлюється у низці сучасних публікацій. У дослідженнях за участю інокульованого насіння відзначено, що за внесення помірних доз NPK-комплексів істотно підвищується врожайність порівняно з неінокульованими посівами, при цьому найбільшу ефективність забезпечували схеми, де азот у складі комплексного добрива використовувався в помірних, а не максимальних дозах. Такі варіанти поєднували переваги стартового мінерального живлення з активною симбіотичною фіксацією азоту, що сприяло формуванню вищої маси зерна з одиниці площі та підвищенню вмісту сирого протеїну.

Окремий напрямок досліджень присвячений застосуванню комплексних добрив, збагачених мікроелементами. Такі препарати, як правило, містять у хелатній або водорозчинній формі бор, молібден, цинк, марганець, мідь, які беруть участь у роботі ферментних систем, синтезі білків та нуклеїнових кислот, регуляції вуглеводного й азотного обміну. Для гороху особливо важливими є бор і молібден, що забезпечують повноцінне функціонування бульбочкових бактерій і процесів азотфіксації, тоді як цинк і марганець впливають на інтенсивність фотосинтезу та антиоксидантну систему. У деяких

дослідах позакоренеve внесення комплексних мікродобрив на фоні основного NPK удобрення збільшувало кількість бобів і насінин на рослину та сприяло підвищенню маси зерна без істотної зміни загальної норми макродобрив [43-46].

Літературні джерела також відзначають значний вплив комплексних добрив на якість продукції, зокрема вміст білка, амінокислотний склад, співвідношення основних поживних речовин у зерні гороху. Застосування збалансованих NPK-комплексів, особливо у поєднанні з фосфорними й сірковмісними компонентами, сприяє підвищенню вмісту протеїну та покращенню технологічних властивостей зерна, що важливо для харчового та кормового використання. Показано, що забезпечення рослин фосфором і сіркою на фоні оптимального азотного живлення підсилює синтез сірковмісних амінокислот, тоді як дефіцит цих елементів обмежує ефективність використання азоту, навіть за достатнього рівня його внесення у складі комплексних добрив.

У низці польових експериментів наголошується, що реакція гороху на комплексні добрива суттєво варіює залежно від року, рівня зволоження, агрофону та вихідної родючості ґрунту. Є дані, коли за високої забезпеченості ґрунту основними елементами живлення внесення комплексних NPK-препаратів не супроводжувалося статистично достовірним приростом урожайності, тоді як в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та низької початкової родючості ґрунтів ті самі схеми удобрення давали значний ефект. У публікаціях, присвячених порівнянню кількох рівнів комплексного удобрення, середні значення врожаю гороху змінювалися в діапазоні від 1,6–1,7 до 4,0 т/га залежно від року досліджень, а різниця між контрольними варіантами та повним комплексним удобренням сягала десятків відсотків за сприятливих погодних умов [46].

**Висновок до розділу 1.** Таким чином, у науковій літературі накопичено значний масив даних, що демонструють широкий діапазон реакцій гороху на

комплексні добрива: від відсутності істотного ефекту на високородючих ґрунтах до суттєвих приростів урожайності та якості зерна за умов дефіциту окремих елементів живлення, поєднання NPK-комплексів з органічними й біологічними препаратами та раціонального використання мікроелементів.

## РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Об'єкт і предмет досліджень

**Об'єкт дослідження** – рослини гороху посівного та їхня реакція на комплексне удобрення в умовах фермерського господарства «Прогрес».

**Предмет дослідження** – продуктивність, структурні елементи врожаю та агрохімічні показники залежно від норм і способів внесення комплексних добрив.

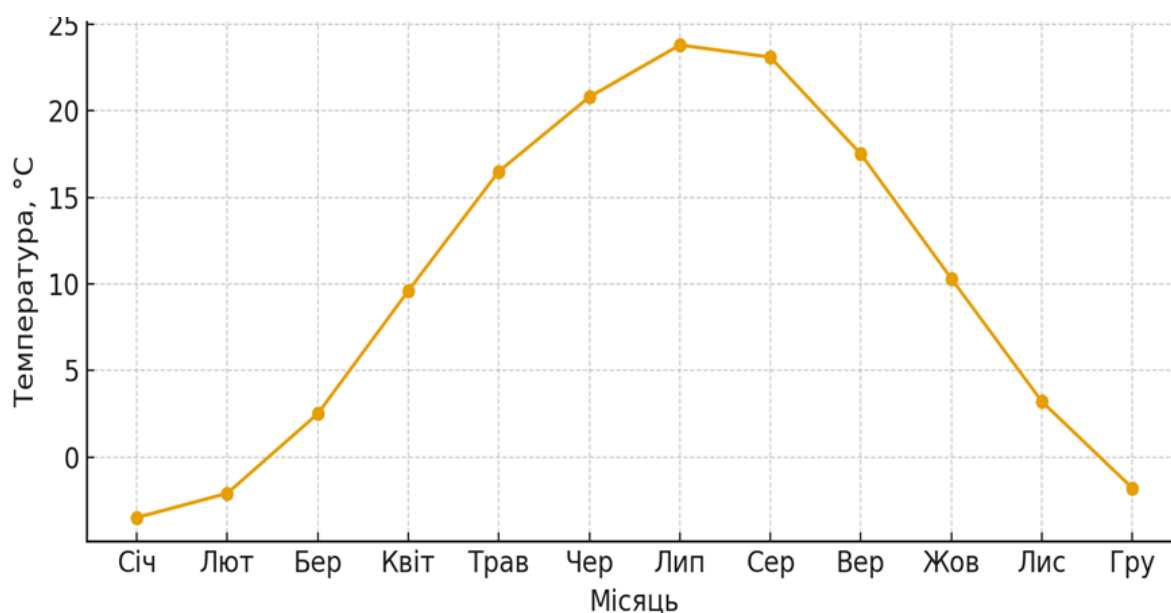
**Методи дослідження.** У роботі використовували польові, лабораторні та статистичні методи: фенологічні спостереження, біометричні вимірювання, аналіз структури врожаю, хімічний аналіз ґрунту та рослинної продукції відповідно до ДСТУ, а також математичну обробку результатів. Урожайність визначали методом суцільного збирання облікових ділянок.

### 2.2 Умови проведення досліджень

Дослідження виконувалися на полях фермерського господарства «Прогрес», що розташоване в межах Кам'янського району Дніпропетровської області. Територія господарства входить до центральної частини Степової зони України, яка характеризується типовими рисами помірно континентального клімату. Для цієї зони властиві суттєві контрасти між сезонами року: літо зазвичай спекотне та маловологе, тоді як зима – холодна, з незначною кількістю снігу та схильністю до частих відлиг. Кліматичні умови відзначаються високою мінливістю, як між роками, так і протягом вегетації, що зумовлює необхідність ретельного вибору технологічних прийомів при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема гороху.

Упродовж багаторічних спостережень середньорічні температури повітря в регіоні змінюються в межах +7,3...+8,0 °С. Найбільш теплим місяцем

традиційно є липень, коли середня температура сягає  $+21,5...+23,2$  °С, тоді як найхолоднішим залишається січень із середніми значеннями близько  $-6,0...-7,5$  °С. Кліматичні екстремуми регіону доволі різкі: абсолютний мінімум може знижуватися до  $-27...-29$  °С, а літній максимум – підніматися до  $+37...+39$  °С. Такі температурні коливання безпосередньо впливають на водний режим ґрунтів і стійкість рослин у критичні періоди росту.



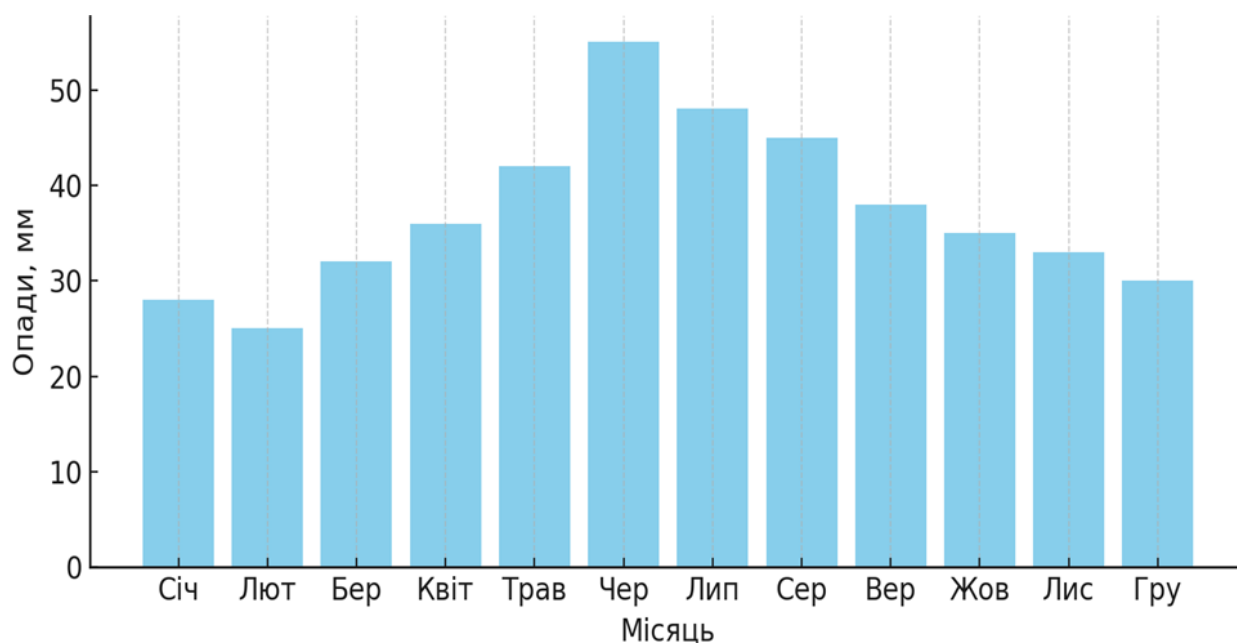
**Рис 2.1. Середньомісячна температура повітря в Кам'янському районі**

Річна кількість опадів у центральному Степу, до якого належить господарство, становить орієнтовно 410–500 мм. Близько двох третин або навіть 70 % цієї кількості припадає на теплий період року, переважно у вигляді короткочасних дощів. Водночас їх просторовий і часовий розподіл характеризується значною нерівномірністю, що часто спричиняє весняні та літні ґрунтові й повітряні посухи. В окремі роки, особливо за умов високих температур і дефіциту вологи, сумарні опади можуть знижуватися до 300–340 мм, що створює несприятливі умови для формування врожайності зернобобових культур.

Кліматичні особливості місцевості, де розташоване фермерське господарство «Прогрес», суттєво впливають на технологію вирощування гороху. Нерівномірність опадів, високі температури в літній період, ризики

ранніх весняних посух і обмежена кількість доступної ґрунтової вологи потребують оптимізації системи удобрення, зокрема застосування комплексних добрив, які здатні підвищити стресостійкість рослин і забезпечити стабільне формування врожаю в умовах Степу.

Погодні та ґрунтові умови Кам'янського району, за наявності сучасних агротехнічних заходів, є сприятливими для вирощування гороху. Саме поєднання родючих чорноземів, достатньої кількості тепла, застосування добрив і дотримання оптимальних строків сівби дозволяє отримувати стабільно високі врожаї зерна з високими якісними показниками.



**Рис. 2.2. Середньомісячна кількість опадів у Кам'янського районі**

Середньорічна кількість опадів у регіоні коливається в межах приблизно 465–515 мм, причому розподіл їх протягом року має виразну сезонну нерівномірність. Основна частина вологи надходить у літній період, коли у червні та липні зазвичай фіксують максимальні значення опадів. У червні вони можуть досягати близько 52–62 мм, а в липні – 43–52 мм. Саме ці місяці збігаються з активною фазою росту та формування репродуктивних органів багатьох культур, що надає опадам особливого агрономічного значення.

У весняні місяці кількість атмосферної вологи займає проміжне положення, коливаючись у межах 34–47 мм. Цей період забезпечує початкове зволоження орного шару ґрунту, що є важливим для дружних сходів та розвитку кореневої системи. У зимовий період кількість опадів істотно зменшується – як правило, до 18–27 мм, причому значна частина випадає у вигляді нестійкого снігового покриву, який не завжди забезпечує достатнє накопичення вологи у ґрунті на весну.

Такий річний ритм зволоження створює сприятливі умови для формування оптимального водного режиму на ранніх етапах розвитку рослин, але водночас зумовлює необхідність застосування адаптивних підходів до вирощування культур у літній період. Нерівномірність надходження опадів та ймовірність їх тривалих перерв вимагають удосконалених агротехнічних заходів, зокрема мульчування, мінімальної обробки ґрунту, своєчасного удобрення та контролю випаровування.

Сукупність кліматичних характеристик регіону, включаючи температурний режим, ступінь зволоження та тривалість вегетаційного періоду, формує сприятливі умови для вирощування широкого спектра культур – зокрема ярого ячменю, озимої пшениці, кукурудзи та соняшнику. Проте в окремі роки, коли спостерігається різке зменшення кількості опадів у поєднанні з підвищеними температурами у липні–серпні, різко зростають ризики літніх посух. Це потребує впровадження адаптивних технологій землеробства, серед яких важливу роль відіграють зміщення строків сівби, оптимізація доз і форм добрив, заходи зі збереження вологи та раціональне використання ґрунтових ресурсів.

Ґрунтовий покрив Кам'янського району вирізняється значною неоднорідністю, що зумовлено сукупною дією географічного положення, рельєфних особливостей і кліматичних умов території. Район входить до східної частини центрального Степу України, де переважають чорноземи

звичайні та типові – одні з найродючіших ґрунтів, придатних для інтенсивного землеробства. Ці ґрунти сформувалися переважно на лесових і лесоподібних суглинках, характеризуються добре розвиненим гумусовим горизонтом та стабільними фізико-хімічними властивостями, що забезпечує високу продуктивність за раціонального використання.

Провідну частку орнопридатних земель району становлять чорноземи звичайні середньо- і важкосуглинкові типи. Потужність їх гумусового горизонту зазвичай варіює від 38 до 62 см, а вміст гумусу в орному шарі коливається в межах 3,1–4,1 %, подекуди досягаючи 4,4–4,6 %. Така гумусованість свідчить про високий рівень природної родючості. Реакція ґрунтового розчину переважно нейтральна або слабо лужна – у межах рН 6,7–7,5. Ємність катіонного обміну становить у середньому 27–36 мг-екв/100 г ґрунту, що вказує на добру забезпеченість основами та стійкість до деградаційних процесів.

Ґрунти району характеризуються сприятливою структурністю, високою водопроникністю та достатньою вологоємністю, що забезпечує ефективне накопичення і збереження продуктивної вологи у весняний період. Запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту навесні найчастіше становлять 118–155 мм, що створює оптимальні умови для формування рівномірних сходів більшості сільськогосподарських культур, зокрема гороху. Однак тривале інтенсивне землеробство на окремих полях призвело до появи зон із частковим ущільненням орного шару, що може знижувати аерацію ґрунту та ускладнювати проростання кореневої системи.

У літній період, особливо в роки з дефіцитом опадів, у верхніх горизонтах ґрунту нерідко відбувається пересихання, що найбільше простежується на полях із південними схилами та легшими ґрунтами. Це створює додаткові агрономічні ризики та вимагає впровадження адаптивних технологій, спрямованих на збереження вологи, мінімізацію обробітку та оптимізацію удобрення.

На окремих ділянках, де ґрунти зазнали ерозійного впливу або мають легкосуглинковий механічний склад, спостерігається помітне зменшення вмісту гумусу. У таких зонах його кількість знижується до 2,6–3,1 %, що істотно нижче від середніх показників чорноземів району. Подібна деградація гумусового горизонту вимагає застосування комплексних протиерозійних заходів, зокрема впровадження ґрунтозахисних сівозмін, обмеження глибокого обробітку на схилах та активного використання органічних добрив – гною, сидеральних культур, компостів. Ерозійні процеси особливо посилюються на південних та південно-західних схилах, де тривалий час проводився інтенсивний обробіток без чергування з багаторічними травами, що сприяло руйнуванню структури ґрунту.

Таблиця 2.1

**Узагальнена таблиця основних характеристик ґрунтів**

Тип ґрунту	Глибина гумусового горизонту, см	Вміст гумусу, %	Реакція ґрунтового розчину (рН)	Механічний склад
Чорнозем звичайний середньосуглинковий	45–60	3,2–4,0	6,8–7,3	Суглинковий
Чорнозем типово-глибокий важкосуглинковий	50–70	3,8–4,5	6,9–7,4	Важкосуглинковий
Лучно-чорноземний	35–50	2,8–3,6	6,5–7,0	Легкосуглинковий

Попри наявність окремих еродованих масивів, ґрунтовий покрив Кам'янського району загалом характеризується високим агровиробничим потенціалом. Чорноземи, що переважають у структурі земельних угідь, забезпечують стабільне формування врожаїв широкого спектра культур – ярого ячменю, озимої пшениці, соняшнику, кукурудзи, гороху та інших важливих

компонентів сівозміни. Вони вирізняються високою буферною здатністю, яка дозволяє ефективно регулювати поживний режим завдяки внесенню мінеральних та органічних добрив. Водночас сприятливі водно-фізичні властивості цих ґрунтів – хороша водопроникність, достатня вологомісткість і стійка структурність – створюють оптимальний фітоклімат у межах орного шару, що відіграє ключову роль у розвитку кореневої системи та формуванні продуктивності сільськогосподарських культур.

У фермерському господарстві сформована раціональна система землеробства, побудована на принципах науково обґрунтованого чергування культур. Сівозмінний ланцюг поєднує вирощування зернових, зернобобових і технічних культур, серед яких провідні площі займають озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, соняшник та горох. Таке поєднання культур сприяє оптимізації використання ґрунтової вологи, збереженню структури орного шару та зниженню фітосанітарного навантаження. Як правило, ярий ячмінь висівають після гороху або інших просапних культур, зокрема кукурудзи на силос, які залишають після себе добре аерований ґрунт та певний запас легкодоступного азоту, що покращує стартовий розвиток наступної культури.

Технологія обробітку ґрунту в господарстві передбачає використання різних методів залежно від стану поля та погодних умов. Найчастіше застосовується традиційна оранка на глибину 24–28 см або комбінований спосіб, який включає осіннє глибоке розпушування з подальшим весняним боронуванням для закриття вологи. Передпосівний обробіток зазвичай охоплює культивуацію з вирівнюванням поверхні поля, що забезпечує якісне формування посівного ложа. Посів проводять сучасними агрегатами точного висіву, які гарантують рівномірне розташування насіння як по глибині, так і по площі. Насіння загортають на глибину 4–5 см залежно від вологості верхнього шару.

Система удобрення в господарстві адаптується до агрохімічного стану ґрунтів. Для забезпечення повноцінного живлення ярого ячменю середні норми внесення мінеральних добрив становлять близько N58–N62P43–P47K43–K47. Такий рівень удобрення дозволяє підтримувати збалансований поживний фон

упродовж основних фаз розвитку. За знижених запасів доступного азоту передбачаються додаткові підживлення на початку кущіння, що сприяє формуванню потужнішої кореневої системи та підвищує потенціал урожайності.

Система захисту рослин у господарстві є інтегрованою та багатокомпонентною. Перед висівом насіння проходить протруювання для зниження ризику ураження ґрунтовими та насінневими інфекціями. Контроль бур'янів здійснюється за допомогою гербіцидів, підібраних відповідно до спектра забур'яненості поля. У разі виникнення загрози грибкових захворювань або появи шкідників застосовують фунгіцидні та інсектицидні обробки. Щоб запобігти виляганню посівів, використовують препарати-регулятори росту на основі хлормекватхлориду чи трінексапак-етилу, які забезпечують укорочення та зміцнення стебла.

**Висновок до розділу 2.** Умови проведення досліджень відповідають технологічним вимогам вирощування огірків у господарстві.

### РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження виконувалися у виробничих умовах селянського фермерського господарства «Прогрес», що розташоване в Кам'янському районі Дніпропетровської області. Господарство належить до зони центрального Степу України, яка характеризується помірно-континентальним кліматом із недостатнім та нестабільним зволоженням, високими літніми температурами й частими ґрунтовими посухами.

Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами звичайними середньо- та важкосуглинковими, із вмістом гумусу 3,2–4,0 %. Ґрунтовий розчин — нейтральний або слабколужний (рН 6,8–7,4), що забезпечує сприятливі умови для формування симбіотичного апарату бобових культур. Весняні запаси продуктивної вологи у метровому шарі становили в середньому 120–150 мм.

Дослідження проводилися протягом 2024–2025 рр. відповідно до загальноприйнятих вимог польового дослідництва.

Дослід був закладений методом рандомізованих повторень відповідно до методичних рекомендацій НААН України. Розміщення варіантів — систематичне, у триразовому повторенні.

#### **Досліджувані варіанти удобрення:**

1. Контроль (без удобрення)
2. P<sub>45</sub>K<sub>45</sub> (прості добрива)
3. N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub> (нітроамофоска)
4. N<sub>18</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> (діамофоска)
5. N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>S<sub>26</sub> (сульфоамофос)
6. N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub> (сульфоамофоска)

Площа облікової ділянки — 1000 м<sup>2</sup>, загальна площа — 1200 м<sup>2</sup>.

Між повтореннями та варіантами залишались захисні смуги шириною 3,6 м.

Перед закладенням досліду виконувалося:

- агрохімічне обстеження ґрунту;
- оцінка запасів продуктивної вологи;
- калібрування та підготовка посівного матеріалу;
- визначення польової схожості насіння.

### **Технологія вирощування гороху в умовах СФГ «Прогрес»**

#### **Обробіток ґрунту**

У господарстві застосовується комбінована система обробітку. Восени проводили оранку на глибину 23–25 см. Навесні здійснювали культивуацію у два сліди з боронуванням для закриття вологи.

#### **Підготовка насіння**

Насіння сорту (вказується конкретний сорт, якщо є) протруювали препаратом системно-контактної дії та обробляли бактеріальним препаратом ризогумін, що забезпечує активне утворення бульбочок.

#### **Сівба**

- Строки: друга половина березня — початок квітня.
- Норма висіву: 1,0 млн схожих насінин/га.
- Глибина загортання: 5–6 см.
- Ширина міжрядь: 15 см.
- Сорт Оплот

#### **Система удобрення**

Мінеральні добрива вносили відповідно до схеми досліду.

#### **Догляд за посівами**

- боронування в фазі 3–5 листків;
- застосування гербіцидів проти дводольних і злакових бур'янів;
- фунгіцидні та інсектицидні обробки за потреби;
- захист від вилягання не застосовували (горох малостиглий, з міцним стеблом).

### **Збирання врожаю**

Проводили прямим комбайнуванням у фазі повної стиглості, урожай визначали методом суцільного обмолоту облікових ділянок.

### **Система обліків і спостережень:**

Дослідження включали комплекс польових, лабораторних і біометричних методів.

### **Фенологічні спостереження**

Фіксували строки настання фаз:

- сходи,
- 3 листки,
- бутонізація,
- цвітіння,
- налив зерна,
- повна стиглість.

### **Облік густоти стояння рослин**

Проводили у фазі сходів та перед збиранням — методом підрахунку рослин у трьох контрольних точках ділянки.

### **Біометричні вимірювання**

На 10 типових рослинах визначали:

- висоту рослин;
- кількість бобів на рослину;
- кількість насінин у бобі;
- масу 1000 насінин;
- масу зерна з рослини.

### **Облік площі асиміляційної поверхні**

Виконували в основні вікові фази за допомогою площоміра з обрахунком у тис. м<sup>2</sup>/га.

### **Визначення врожайності**

Урожайність встановлювали методом суцільного обмолоту облікових ділянок з перерахунком на 14 % вологості.

**Економічна оцінка:**

Включала:

- визначення вартості валової продукції,
- розрахунок виробничих витрат,
- визначення чистого прибутку,
- рівня рентабельності,
- окупності витрат.

Результати досліджень опрацьовували за методами дисперсійного аналізу (ANOVA). Вірогідність різниць між варіантами оцінювали за  $HP_{0.5}$ , коефіцієнтом варіації та середньоквадратичним відхиленням.

Статистична обробка даних проводилася із застосуванням програм Excel, Statistica та методичних рекомендацій Б.А. Доспехова.

**Висновок до розділу 3.** Методика досліджень витримана згідно з технологічними вимогами

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 4.1. Фенологічні спостереження за рослинами гороху

Фенологічні спостереження за рослинами гороху у 2024–2025 рр. відображають чітку реакцію культури на різні варіанти удобрення, що дозволяє оцінити вплив збалансованого мінерального живлення на темпи росту, розвиток та тривалість вегетаційного періоду. Загальна динаміка свідчить про прискорення проходження фенологічних фаз за умов внесення комплексних добрив порівняно з контролем, що узгоджується з біологічними закономірностями росту гороху за підвищеного забезпечення елементами живлення (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

#### Фенологічні спостереження за рослинами гороху в середньому за 2024-2025 рр., діб

Варіант удобрення	Сходи	Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна	Повна стиглість	Тривалість вегетації
Контроль (без удобрення)	10	34	45	70	98	108
P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	9	32	44	68	95	104
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	8	30	42	65	92	100
N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	9	31	43	66	94	103
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	8	29	41	64	91	99
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	8	28	40	63	90	98

У контрольному варіанті, де добрива не застосовувалися, тривалість вегетації становила 108 діб, що є найвищим показником серед усіх варіантів. Затримки на етапах бутонізації та цвітіння (34 та 45 діб відповідно) демонструють обмежене забезпечення азотом, фосфором і калієм, що призводить до повільнішого формування генеративних органів. Фаза наливу зерна розтягнута до 70 діб, що свідчить про недостатні умови для активного асиміляційного процесу.

Застосування простих фосфорно-калійних добрив (P45K45) сприяло скороченню вегетаційного періоду до 104 діб. Бутонізація й цвітіння наступали на 2–3 дні раніше, ніж у контролі, що вказує на покращення енергетичного обміну та активізацію функціонування кореневої системи. Налив зерна прискорився до 68 діб, що підвищує рівномірність досягання.

Нітроамофоска (N48P48K48) продемонструвала значно кращий вплив на темпи розвитку: всі фази наступали раніше, а тривалість вегетації скоротилася до 100 діб. Внесення азотного компонента забезпечує інтенсивніше формування вегетативної маси на ранніх етапах, а фосфор і калій – стабільність генеративних процесів. Зменшення строків наливу зерна до 65 діб свідчить про кращий водно-сольовий режим і достатнє живлення.

Використання діамофоски (N18P50K50) забезпечило середній між варіантами ефект: строк досягання скоротився до 103 діб, а всі фази проходили швидше на 2–4 доби порівняно з контролем. Підвищений фосфорний фон позитивно вплинув на формування кореневої системи та енергію генеративного розвитку.

Найвищу швидкість розвитку спостережено в рослин, удобрених сульфоамофосом (N48P48S26) та сульфоамофоскою (N45P45K45S20). Обидва варіанти поєднують макроелементи з сіркою, що має ключове значення для синтезу білка. У варіанті N48P48S26 тривалість вегетації скоротилася до 99 діб, а всі фази наступали раніше на 4–6 діб у порівнянні з контролем. Найкоротший

період розвитку – 98 діб – зафіксовано при внесенні N45P45K45S20, що підтверджує позитивний вплив комплексних добрив із сіркою на фізіологічні процеси, особливо на азотний обмін.

Порівняльний аналіз показує, що інтенсивність проходження фенологічних фаз напряму залежить від повноти живлення. Комплексні добрива з азотом і сіркою забезпечують найбільше прискорення розвитку, тоді як однокомпонентні або неповні мінеральні комплекси мають помірний ефект. Додавання сірки підвищує ефективність азоту, сприяє активнішому формуванню білків та скорочує тривалість генеративних етапів.

Отже, застосування повних комплексних добрив, зокрема сульфоамофоски та нітроамофоски, істотно оптимізує проходження фенологічних фаз гороху, забезпечує швидше досягання і рівномірніший розвиток рослин. Це вказує на доцільність використання таких добрив у технології вирощування гороху для підвищення продуктивності та стабільності урожайності.

Отримані результати фенологічних спостережень за густиною стояння рослин гороху у фазі сходів упродовж 2024–2025 років вказують на чітку залежність цього показника від системи удобрення (табл. 4.2). Загальна тенденція демонструє, що інтенсивність та рівномірність появи сходів зростають із підвищенням забезпечення рослин мінеральними елементами живлення, особливо азотом, фосфором, калієм і сіркою. Це узгоджується з біологічними особливостями культури, оскільки ранні етапи онтогенезу гороху чутливо реагують на забезпечення елементами живлення, що впливають на енергію проростання, розвиток зародкового корінця та первинної листкової поверхні.

У контрольному варіанті без удобрення спостерігалось найнижче значення густоти стояння – у середньому 79,5 шт./м<sup>2</sup>. Нерівномірність сходів у цьому варіанті свідчить про обмежений запас доступних елементів живлення у

грунті та недостатню енергію проростання, що характерно для природного фону родючості без додаткового внесення мінеральних добрив. Коливання між роками також відносно високі, що підтверджує значну залежність несприятливих умов від погодних факторів.

Таблиця 4.2

**Густота стояння рослин гороху у фазі сходів залежно від системи удобрення, шт./м<sup>2</sup>\***

Варіант удобрення	2024 р.	2025 р.	Середнє
Контроль (без удобрення)	78	81	79.5
P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	83	86	84.5
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	88	91	89.5
N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	85	89	87.0
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	90	94	92.0
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	92	95	93.5

\*норма висіву – 1,0 млн./га

Внесення простих фосфорно-калійних добрив (P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) сприяло зростанню густоти сходів до середнього рівня 84,5 шт./м<sup>2</sup>. Наявність фосфору посилює розвиток кореневої системи на початкових етапах, що забезпечує кращу адаптацію проростків, тоді як калій сприяє водному балансу клітин. Проте відсутність азоту дещо стримує розвиток первинної біомаси, що пояснює помірний приріст густоти.

Застосування нітроамофоски (N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub>) дало значно вищі результати – у середньому 89,5 шт./м<sup>2</sup>. Комплексне забезпечення рослин трьома основними елементами живлення створює оптимальні умови для одночасного розвитку кореневої та надземної частини проростка. Азот стимулює інтенсивність

клітинного поділу, фосфор активізує енергетичний обмін, а калій стабілізує тургор і транспорт води.

Діамофоска (N18P50K50) забезпечила середній рівень густоти на позначці 87,0 шт./м<sup>2</sup>. Незважаючи на нижчий вміст азоту, підвищений фосфорний компонент сприяє розвитку потужнішої кореневої системи, що забезпечує високу однорідність сходів. Проте дещо нижча густина порівняно з нітроамофоскою зумовлена обмеженою кількістю азоту, необхідного для синтезу білкових структур у фазі проростання.

Особливо високі показники спостерігалися за використанням сульфовмісних добрив. У варіанті N48P48S26 густина стояння досягала 92,0 шт./м<sup>2</sup>, а за внесення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub> – максимального значення 93,5 шт./м<sup>2</sup>. Додавання сірки відіграє ключову роль у синтезі амінокислот і білків, що сприяє підвищенню енергії проростання. У цих варіантах спостерігалася найменша міжрічна варіабельність, що свідчить про стабілізуючу дію сірки на фізіологічні процеси раннього розвитку.

Загальний аналіз показує, що найбільший вплив на формування густоти рослин чинить забезпечення повним комплексом елементів живлення та наявність сірки у складі добрив. Порівняння варіантів демонструє, що приріст густоти в разі застосування найефективніших добрив становив понад 14 рослин/м<sup>2</sup> порівняно з контролем, що є суттєвим для рівномірності посіву й подальшого формування врожаю. Висока густина стояння створює передумови для оптимального використання площі живлення та ефективнішого освоєння світлових і водних ресурсів.

Дані таблиці 4.3 засвідчують чітку залежність рівня збереження рослин гороху до завершення вегетації від типу та повноти мінерального живлення. Загальною закономірністю є те, що показник збереження прямо корелює зі збалансованістю поживного фону, а особливо – із забезпеченням культури фосфором, калієм, азотом та сіркою. Збільшення частки збережених рослин

свідчить про зниження впливу стресових факторів упродовж вегетації, вищий рівень стійкості рослин та оптимальні умови для функціонування кореневої системи.

Таблиця 4.3

**Збереження рослин гороху на час припинення вегетації  
залежно від удобрення, %**

Варіант удобрення	2024	2025	Середнє
Контроль (без удобрення)	86	84	85,0
P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	89	88	88,5
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	92	93	92,5
N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	91	90	90,5
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	94	95	94,5
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	95	96	95,5

У контрольному варіанті без удобрення середній рівень збережених рослин становив лише 85,0 %. Такі показники вказують на чутливість культури до нестачі мінерального живлення, зокрема азоту та фосфору, що відіграють вирішальну роль у підтриманні метаболічних процесів, формуванні корневих бобів та стабільності вегетативних органів. У цьому варіанті рослини були більш уразливими до екстремальних погодних умов, що проявилось у нижчому показнику виживання.

Внесення простих фосфорно-калійних добрив (P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) забезпечило підвищення збереження рослин до середнього рівня 88,5 %. Це є прямим наслідком покращення живлення кореневої системи, збільшення кількості активних корневих волосків та підвищення стійкості клітинних структур до порушень водного режиму. Проте відсутність азоту в системі живлення не

дозволила рослинам повністю реалізувати потенціал стійкості, що визначило проміжний характер результату.

Застосування нітроамофоски (N48P48K48) забезпечило істотне підвищення збереження рослин – у середньому 92,5 %. У цьому варіанті культура отримувала збалансоване трикомпонентне живлення, що сприяло синтезу білків, формуванню потужної фотосинтетичної поверхні та підвищенню загальної стійкості рослин до стресів. У рослин, удобрених комплексом NPK, відмічено значно нижчий рівень випадання під час критичних фаз розвитку, що демонструє перевагу цього типу удобрення для підтримання життєздатності рослин.

Подібний, але дещо нижчий ефект був отриманий у варіанті з внесенням діамофоски (N18P50K50), де рівень збереження становив 90,5 %. Підвищений вміст фосфору позитивно вплинув на розвиток кореневої системи, але нижча азотна складова частково обмежила синтез білків та інтенсивність ростових процесів, що пояснює відмінності порівняно з нітроамофоскою.

Найбільш виражений позитивний вплив продемонстрували варіанти з участю сірки – N48P48S26 та N45P45K45S20. У першому випадку показник збереження становив 94,5 %, а у другому – максимальні 95,5 %. Це підтверджує ключову роль сірки у процесах білкового синтезу, формуванні ферментів та стабілізації азотного обміну. Сірка підсилює ефективність азотного живлення, сприяючи формуванню міцніших клітинних стінок, кращому засвоєнню води і підвищенню загальної адаптивності рослин. Рослини у цих варіантах зазнавали найменших втрат унаслідок дії температурних стресів та періодичних дефіцитів вологи, що зумовило їх найвищу збереженість упродовж вегетації.

Порівняльний аналіз варіантів свідчить, що рівень збереження рослин зростав у середньому на 3–10 % залежно від повноти удобрення. Найнижчі показники характерні для варіантів без азоту, тоді як максимальні – для повних комплексів NPKS. Таким чином простежується чітка закономірність: чим

ширший спектр елементів живлення отримує рослина, тим ефективніше вона протистоїть абіотичним і біотичним стресам упродовж вегетації.

Узагальнюючи, можна зазначити, що найвищі показники збереженості рослин були зафіксовані у варіантах із використанням сірковмісних добрив, що свідчить про особливу роль сірки в забезпеченні адаптивного потенціалу культури гороху. Ці результати доводять доцільність застосування збалансованих багатокomпонентних добрив у технології вирощування гороху для підвищення стабільності та продуктивності посівів.

#### **4.2. Вплив мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні гороху**

Дані, наведені в таблиці 4.4, відображають закономірний вплив мінерального живлення на формування асиміляційної поверхні гороху протягом ключових фенологічних фаз – від фази трьох листків до періоду наливу зерна.

Таблиця 4.4.

#### **Площа асиміляційної поверхні агроценозів гороху, середнє за 2024-2025 рр., тис.м<sup>2</sup>/га**

Варіант удобрення	Фаза трьох листків	Бутонізація	Цвітіння	Налив зерна
Контроль (без удобрення)	12,5	21,8	29,4	25,1
P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	14,2	24,6	32,8	27,9
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	16,8	28,5	36,9	31,2
N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	15,7	27,1	35,2	29,8
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	17,4	30,2	38,6	32,5
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	18,1	31,4	39,8	33,7

Площа листової поверхні є визначальним фактором фотосинтетичної продуктивності агроценозу, оскільки саме вона забезпечує надходження

пластичних речовин, необхідних для росту, розвитку та формування врожаю. Аналіз показує, що збільшення доз та комплексності мінеральних добрив сприяє значному наростанню листкової поверхні, а отже, створює умови для підвищення потенційної продуктивності рослин.

У контрольному варіанті без внесення добрив площа асиміляційної поверхні залишається найнижчою. У фазі трьох листків вона становила лише 12,5 тис. м<sup>2</sup>/га, що свідчить про уповільнене наростання листкової маси на ранніх етапах онтогенезу. Під час бутонізації площа збільшилася до 21,8 тис. м<sup>2</sup>/га, а в період цвітіння досягла 29,4 тис. м<sup>2</sup>/га. Водночас у фазі наливу зерна її величина зменшилась до 25,1 тис. м<sup>2</sup>/га, що є природним результатом старіння листків і недостатнього живлення. Ці значення підтверджують, що без удобрення рослини не здатні сформувати потужну фотосинтетичну систему, що прямо обмежує їх біологічну продуктивність.

Внесення простих фосфорно-калійних добрив (P45K45) призвело до помірного зростання листкової поверхні на всіх етапах розвитку. У фазі трьох листків її площа досягала 14,2 тис. м<sup>2</sup>/га, а в період бутонізації – 24,6 тис. м<sup>2</sup>/га. Під час цвітіння та наливу зерна показники становили 32,8 та 27,9 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно. Порівняно з контролем спостерігається збільшення площі асиміляційної поверхні на 2–3 тис. м<sup>2</sup>/га, що підтверджує роль фосфору та калію в активізації обміну речовин, розвитку кореневої системи та регуляції водного режиму.

Найбільш виражене наростання фотосинтетичної поверхні відбувалося в умовах внесення комплексних NPK-добрив. Нітроаммофоска (N48P48K48) забезпечила значне збільшення площі листків: 16,8 тис. м<sup>2</sup>/га у фазі трьох листків, 28,5 тис. м<sup>2</sup>/га під час бутонізації та 36,9 тис. м<sup>2</sup>/га в період цвітіння. Це один із високих показників, який пояснюється збалансованим надходженням макроелементів та активізацією білкового і вуглеводного обміну. У фазі наливу

зерна площа становила 31,2 тис. м<sup>2</sup>/га, що перевищує контроль більш ніж на 6 тис. м<sup>2</sup>/га.

Діамофоска (N18P50K50) забезпечила також високі показники, хоча й дещо нижчі, ніж нітроамофоска. Площа асиміляційної поверхні у фазі трьох листків становила 15,7 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазі бутонізації – 27,1 тис. м<sup>2</sup>/га, у фазі цвітіння – 35,2 тис. м<sup>2</sup>/га. Основним фактором збільшення листкової маси був підвищений вміст фосфору, який сприяє розвитку кореневої системи та інтенсифікації фотосинтезу. У фазі наливу зерна площа зменшилася до 29,8 тис. м<sup>2</sup>/га, що є закономірним і свідчить про нормальний перебіг фізіологічного старіння листків.

Варіанти з використанням сірковмісних добрив – N48P48S26 та N45P45K45S20 – забезпечили найвищі показники площі листкової поверхні серед усіх варіантів удобрення. У фазі трьох листків площа становила 17,4 та 18,1 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно, що свідчить про ранню активізацію ростових процесів. У фазі бутонізації показники досягали 30,2 та 31,4 тис. м<sup>2</sup>/га, що перевищує контроль майже на 10 тис. м<sup>2</sup>/га. Максимальні значення були зафіксовані під час цвітіння – 38,6 та 39,8 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно. Саме у цей період формується основний фотосинтетичний потенціал рослин, і дані демонструють, що сірка істотно підсилює синтез білків, стабілізує азотний обмін і сприяє тривалому збереженню зеленої маси. У фазі наливу зерна площа становила 32,5 та 33,7 тис. м<sup>2</sup>/га відповідно, що є найвищими показниками серед усіх варіантів і вказує на продуктивнішу роботу фотосинтетичного апарату рослин до кінця вегетації.

Загалом дані свідчать про пряму залежність між рівнем удобрення та площею асиміляційної поверхні. Найменший приріст спостерігається у варіантах без азоту, тоді як максимальний – у комплексах із сіркою. Виявлена закономірність підтверджує ключову роль макро- і мезоелементів у формуванні фотосинтетичного потенціалу та подальшої продуктивності гороху.

### 4.3. Вплив системи удобрення на елементи структури врожаю гороху

Дані таблиці 4.5 свідчать про суттєвий вплив різних систем удобрення на формування елементів структури врожаю гороху, які визначають потенційну продуктивність агроценозу. Найнижчі показники за всіма структурними елементами відмічено на контрольному варіанті без удобрення, що демонструє обмеженість ґрунтового фонового живлення та недостатність природних ресурсів для реалізації біологічного потенціалу культури. За таких умов кількість бобів на рослину становила в середньому 4,1 шт., а загальна кількість зерен – 18,5 шт., що обумовило порівняно низьку кількість зерен у бобі та масу 1000 зерен на рівні 218 г, яка характерна для низько забезпечених поживними речовинами агрофітоценозів.

Таблиця 4.5

#### Показники елементів структури врожаю гороху залежно від системи удобрення, (середнє за 2024-2025 рр.)

№ п/п	Варіант удобрення	Кількість бобів на 1 рослину, шт.	Кількість зерен на 1 рослину, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Маса 1000 зерен, г
1	Контроль (без удобрення)	4,1	18,5	4,4	218
2	P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	4,4	20,8	4,7	230
3	N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	4,5	24,9	4,9	245
4	N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	4,5	23,6	4,9	245
5	N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	4,8	27,4	5,0	250
6	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	4,8	28,9	5,2	252

Удобрення за варіантом P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>, який відображає дію простих фосфорно-калійних добрив, сприяло більш інтенсивному формуванню репродуктивних

органів порівняно з контролем. Кількість бобів зросла до 4,4 шт., а кількість зерен на рослину – до 20,8 шт., що свідчить про посилення процесів зав'язування та розвитку генеративних структур під впливом збалансованого фосфорно-калійного живлення. Зростання маси 1000 зерен до 230 г підтверджує, що фосфор і калій є ключовими елементами для формування більш виповненого насіння.

Більш виражений позитивний ефект спостерігається на фоні комплексного удобрення  $N_{48}P_{48}K_{48}$  (нітроамофоска). Кількість бобів підвищилася до 4,5 шт., а загальна кількість зерен – до 24,9 шт., що відображає збільшення кількості репродуктивних вузлів і покращення умов для запліднення та розвитку зав'язей. Кількість зерен у бобі досягла 4,9 шт., що характерно для оптимального забезпечення азотом, який стимулює розвиток асиміляційної поверхні та підвищує інтенсивність фотосинтезу. Маса 1000 зерен у цьому варіанті становила 245 г, що є суттєво вищим порівняно з контролем та простими добривами.

Близькі результати отримано на ділянках, де застосовували діамофоску ( $N_{18}P_{50}K_{50}$ ). Цей варіант забезпечив аналогічний рівень кількості бобів і зерен, хоча інтенсивність накопичення маси 1000 зерен була дещо нижчою, ніж при нітроамофосці. Це може свідчити про певне обмеження азотного компонента, якому в структурі діамофоски належить менша частка порівняно з варіантом  $N_{48}P_{48}K_{48}$ .

Сірковмісні комплексні добрива  $N_{48}P_{48}S_{26}$  (сульфоамофос) та  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$  продемонстрували найвищі значення структурних елементів урожаю, що пов'язано з багатовекторним впливом сірки на метаболізм азоту, синтез білків і формування генеративних органів. На варіанті  $N_{48}P_{48}S_{26}$  кількість бобів досягала 4,8 шт., кількість зерен на рослину – 27,4 шт., а маса 1000 зерен – 250 г. Це свідчить про покращення фосфорно-азотного обміну та збільшення продуктивності асиміляційних тканин.

Найвищі показники відмічено у варіанті N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub>, де кількість бобів становила 4,8 шт., а загальна кількість зерен на рослину – 28,9 шт., що демонструє максимальну реалізацію біологічного потенціалу культури. Збільшення кількості зерен у бобі до 5,2 шт. та маси 1000 зерен до 252 г свідчить про оптимальне поєднання макро- й мезоелементів, необхідних для формування більш виповненого насіння. Комплексний позитивний вплив цього варіанту зумовлюється синергією азоту, фосфору, калію та сірки, які забезпечують гармонізований розвиток кореневої системи, асиміляційної поверхні і репродуктивних органів.

#### 4.4. Валив добрив на урожайність зерна гороху

Показники урожайності гороху демонструють виразну диференціацію залежно від варіантів удобрення, що свідчить про високу чутливість культури до рівня мінерального живлення (4.6).

Таблиця 4.6

#### Урожайність зерна гороху залежно від системи удобрення, т/га

Варіант удобрення	Урожайність, т/га			Приріст, т/га
	2024 р	2025 р	середнє	
Контроль (без удобрення)	1,22	1,11	1,17	0
P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> (прості добрива)	1,41	1,24	1,33	0,16
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub> (нітроамофоска)	1,85	1,74	1,80	0,63
N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> (діамофоска)	1,78	1,72	1,75	0,59
N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub> (Сульфоамофос)	2,22	1,96	2,09	0,93
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub> (Сульфоамофоска)	2,34	2,15	2,25	1,08
НІР <sub>05</sub> , т/га	0,08	0,11		

Контрольний варіант характеризується найнижчим рівнем продуктивності, що відображає природні обмеження родючості ґрунту в умовах Степу України. Отримані значення урожайності 1,22 т/га у 2024 році та 1,11 т/га у 2025 році є типовими для посівів без внесення добрив, де доступність азоту, фосфору та калію забезпечується виключно ґрунтовими запасами, які не можуть задовольнити потребу культури на етапах інтенсивного росту та формування генеративних органів.

Застосування фосфорно-калійного живлення за варіантом  $P_{45}K_{45}$  сприяло помірному зростанню продуктивності. Урожайність підвищилася до 1,41 т/га у 2024 році та 1,24 т/га у 2025 році, що пояснюється роллю фосфору у забезпеченні енергетичного обміну та розвитку кореневої системи, а також функціональними властивостями калію у регуляції водного режиму рослин. Зростання середнього показника до 1,33 т/га підтверджує ефективність навіть часткового збалансування мінерального живлення за умов недостатнього азотного забезпечення.

Більш виражений ефект спостерігається у варіантах із комплексними добривами, що містять азот. Зокрема, застосування нітроаммофоски ( $N_{48}P_{48}K_{48}$ ) забезпечило зростання урожайності до 1,85 і 1,74 т/га відповідно у 2024 та 2025 роках, із середнім показником 1,80 т/га. Таке підвищення пояснюється збалансованим поєднанням основних макроелементів, що стимулюють інтенсивність фотосинтезу, формування асиміляційної поверхні та розвиток репродуктивних органів. Порівняно з контролем приріст становив 0,63 т/га, що відображає високий рівень реагування гороху на внесення азотних добрив.

Варіант діаммофоски ( $N_{18}P_{50}K_{50}$ ), незважаючи на нижчий вміст азоту, забезпечив схожий рівень продуктивності – 1,78 т/га у 2024 році та 1,72 т/га у 2025 році. Середній показник 1,75 т/га вказує на те, що підвищена частка фосфору в складі добрива здатна компенсувати частковий дефіцит азоту, сприяючи інтенсивному розвитку кореневої системи та накопиченню запасних речовин у рослинах.

Сірковмісні форми добрив ( $N_{48}P_{48}S_{26}$  та  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$ ) продемонстрували найвищі значення урожайності, що пов'язано з участю сірки у синтезі білків, ферментів та регуляції азотного обміну. У варіанті  $N_{48}P_{48}S_{26}$  урожайність досягала 2,22 т/га у 2024 році та 1,96 т/га у 2025 році, а середній показник становив 2,09 т/га. Це вказує на покращення використання азоту, підвищення інтенсивності асиміляційних процесів та ефективність включення сірки у систему удобрення для рослин гороху.

**Висновок до розділу 4.** Найвищі показники урожайності спостерігалися у варіанті  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$ , де середня урожайність становила 2,25 т/га, а річні значення перебували у діапазоні 2,34–2,15 т/га. Такий результат свідчить про оптимальне поєднання трьох основних елементів живлення з додаванням сірки, що забезпечує синергічний ефект у регуляції ростових процесів і формуванні врожаю. Приріст продуктивності відносно контролю досягав 1,08 т/га, що є найвищим серед усіх досліджуваних варіантів і демонструє максимальну реакцію культури на покращене мінеральне живлення.

Показник  $НР_{05}$  у межах 0,08–0,11 т/га свідчить про достовірну різницю між групами удобрених і неудобрених варіантів, а також між системами комплексного удобрення, що підтверджує надійність отриманих результатів у польових умовах.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна оцінка є підсумковою складовою агрономічних досліджень і відіграє важливу роль у визначенні раціональності впровадження різних технологічних прийомів у виробництво. У межах вивчення впливу рівня мінерального живлення на продуктивність гороху важливо не лише зафіксувати агрономічний результат, а й встановити економічну вигідність кожного досліджуваного варіанту.

Зростання урожайності культури завдяки оптимізації мінерального живлення повинно поєднуватися з підвищенням прибутковості, зменшенням собівартості та збільшенням рентабельності виробництва. Проведення економічних розрахунків забезпечує можливість всебічно оцінити результативність запропонованих технологічних рішень і виокремити ті з них, які забезпечують найвищу віддачу вкладених ресурсів.

Економічна ефективність застосування мінеральних добрив визначається через їхній вплив на формування врожаю, показники якості зерна та фінансові результати виробництва. Основним критерієм доцільності є приріст урожайності, що формує додатковий обсяг валової продукції та позитивно позначається на доходах господарства. Забезпечення рослин азотом, фосфором і калієм створює сприятливі умови для активного росту, розвитку та формування більшої кількості бобів і насіння.

Розділ «Економічна ефективність» покликаний узагальнити результати дослідження з позицій економічних показників, здійснити розрахунок основних параметрів виробництва за різних варіантів удобрення та обробітку ґрунту, а також визначити найбільш раціональні рішення, придатні для впровадження у практику господарств.

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність вирощування гороху за різної системи  
удобрення (середнє за 2024-2025 рр.)**

Показники	Удобрення					
	Контроль	P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> K <sub>48</sub>	N <sub>18</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>48</sub> P <sub>48</sub> S <sub>26</sub>	N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> S <sub>20</sub>
Врожайність, т/га	1,22	1,41	1,85	1,78	2,22	2,34
Ціна 1 т, грн.	12500	12500	12500	12500	12500	12500
Вартість валової продукції, грн.	15250	17625	23125	22250	27750	29250
Виробничі витрати, грн./га	13250	14500	16550	16900	17320	17850
Чистий прибуток, грн.	2000	3125	6575	5350	10430	11400
Рівень рентабельності, %	15,1	21,6	39,7	31,7	60,2	63,9
Окупність витрат, грн.	1,15	1,22	1,39	1,32	1,60	1,64

Показники економічної ефективності вирощування гороху в умовах різних систем удобрення демонструють чітку залежність фінансових результатів від рівня мінерального живлення. На контрольному варіанті без внесення добрив урожайність становила 1,22 т/га, що зумовило найнижчу вартість валової продукції – 15250 грн/га. Виробничі витрати за таких умов досягали 13250 грн/га, що забезпечило чистий прибуток лише 2000 грн/га. Рентабельність виробництва на цьому фоні становила 15,1 %, а окупність витрат не перевищувала коефіцієнта 1,15, що є характерним для малорентабельного виробництва в умовах відсутності інтенсивних технологій.

Застосування простих мінеральних добрив за варіантом  $P_{45}K_{45}$  сприяло помірному підвищенню продуктивності й економічних показників. Валовий дохід зріс до 17625 грн/га, при цьому виробничі витрати збільшилися до 14500 грн/га. Внаслідок цього чистий прибуток досяг 3125 грн/га, а рівень рентабельності підвищився до 21,6 %, що свідчить про економічну доцільність навіть часткового збалансування живлення. Показник окупності витрат зріс до 1,22, що відображає відповідність між додатковими витратами та отриманим економічним ефектом.

Варіанти із застосуванням комплексних добрив, що містять азот, забезпечили суттєвіший приріст економічних показників. У системі  $N_{48}P_{48}K_{48}$  урожайність зростає до 1,85 т/га, що дозволило отримати валову продукцію вартістю 23125 грн/га. Виробничі витрати 16550 грн/га були компенсовані високим рівнем чистого прибутку – 6575 грн/га. Рентабельність на рівні 39,7 % підтверджує, що поєднання основних елементів живлення забезпечує оптимальні умови для посилення продукційних процесів та формування більшої економічної віддачі від внесених добрив.

Застосування діаміамофоски ( $N_{18}P_{50}K_{50}$ ) забезпечило близький за рівнем економічний ефект, хоча прибутковість була нижчою порівняно з нітроаміамофоскою. Чистий прибуток становив 5350 грн/га, а рентабельність досягла 31,7 %. Такий результат свідчить про ефективність комплексних фосфорних добрив, що забезпечують інтенсивніший розвиток кореневої системи та кращу реалізацію фотосинтетичного потенціалу.

Найвищі економічні показники відмічено у варіантах із сірковмісними комплексними добривами. У системі  $N_{48}P_{48}S_{26}$  отримано урожайність 2,22 т/га, що забезпечило валову продукцію на суму 27750 грн/га. Виробничі витрати 17320 грн/га компенсувалися чистим прибутком 10430 грн/га. Рівень рентабельності 60,2 % свідчить про значний економічний ефект від включення сірки до системи удобрення. Підвищення окупності витрат до 1,60 демонструє,

що кожна гривня, вкладена у виробництво, забезпечує повернення на 60 % вище від витраченого.

**Висновок до розділу 5.** Найвищим рівнем економічної ефективності характеризується система удобрення  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$ . Урожайність 2,34 т/га забезпечила формування валової продукції на суму 29250 грн/га. При порівняно незначному збільшенні виробничих витрат до 17850 грн/га чистий прибуток досягнув 11400 грн/га. Рентабельність у 63,9 % є найбільшою серед досліджуваних варіантів. Окупність витрат 1,64 свідчить про найвищу ефективність використання інвестицій на одиницю вкладених ресурсів, що відображає оптимальне поєднання макро- й мезоелементів у мінеральному живленні.

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Система охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях у ФГ «Прогрес» спрямована на створення безпечних умов праці для всіх працівників, попередження травматизму та професійних ризиків, а також забезпечення сталого функціонування господарства за будь-яких виробничих чи природних загроз. Організація охорони праці ґрунтується на положеннях Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України, Закону України «Про цивільний захист населення», ДСТУ ISO 45001:2019 та інших нормативно-правових актів, що регламентують безпечне ведення сільськогосподарських робіт.

У структурі фермерського господарства діє відповідальна особа з охорони праці, яка організовує навчання персоналу, проводить інструктажі, контролює виконання вимог безпеки та здійснює профілактичні заходи щодо попередження нещасних випадків. Для різних категорій працівників розроблені інструкції з охорони праці відповідно до специфіки виконуваних робіт. До початку трудової діяльності працівники проходять вступний та первинний інструктажі, а під час виконання робіт – повторний, позаплановий або цільовий, що забезпечує постійне оновлення знань із безпеки.

Одним з ключових напрямів безпеки у ФГ «Прогрес» є правильна експлуатація сільськогосподарської техніки. Машинно-тракторний парк господарства щороку проходить технічний огляд, а перед виходом у поле обов'язково здійснюється перевірка технічного стану машин. Забороняється використання несправної техніки та обладнання. Працівники забезпечені спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, респіраторами, окулярами та іншими засобами індивідуального захисту згідно з нормами Міністерства соціальної політики України.

Особливі вимоги встановлені під час роботи з пестицидами, гербіцидами та мінеральними добривами. Усі роботи виконуються з дотриманням санітарних норм ДСанПіН 8.8.1.002-98 та ДСП 8.8.1.2.001-98. Хімічні засоби захисту рослин зберігаються в окремому приміщенні, обладнаному вентиляцією, протипожежними засобами та аптечкою. До роботи допускаються ті працівники, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та отримали відповідний допуск.

ФГ «Прогрес» приділяє особливу увагу пожежній безпеці відповідно до НАПБ А.01.001-2014. Територія господарства оснащена первинними засобами пожежогасіння, а в зонах зберігання паливно-мастильних матеріалів, техніки та зерна встановлені пожежні щити, гідранти та резервуари з водою. Щорічно проводяться протипожежні тренування із залученням працівників та місцевих підрозділів ДСНС, що дозволяє відпрацьовувати дії у разі виникнення пожежі.

З метою запобігання надзвичайним ситуаціям на підприємстві розроблено план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій. У ньому визначено дії працівників при виникненні аварій різного характеру – пожежі, витоку хімічних речовин, вибуху обладнання, ураження електричним струмом. План містить інформацію про маршрути евакуації, місця збору персоналу, телефони аварійних служб та порядок взаємодії з місцевими органами цивільного захисту.

Система цивільного захисту ФГ «Прогрес» включає заходи щодо реагування на природні та техногенні загрози, які найбільш характерні для території Дніпропетровської області: сильні буревії, степові пожежі, паводки, аварії на електромережах та вибухонебезпечних об'єктах. Працівники регулярно проходять інструктажі та навчання щодо поведінки у надзвичайних ситуаціях, включаючи евакуаційні тренування.

Комплекс заходів із запобігання травматизму включає регулярні перевірки стану робочих місць, санітарного стану території, справності технічного обладнання та засобів захисту. Комісія з охорони праці проводить обстеження

робочих зон, фіксує недоліки у відповідних журналах і визначає заходи для їх усунення. Значна увага приділяється нормам виробничого освітлення, мікроклімату та дотриманню вимог щодо організації робочого місця.

Важливою складовою системи безпеки у ФГ «Прогрес» є медичне забезпечення. Працівники проходять періодичні медичні огляди, на виробничих ділянках розміщені аптечки, а у разі потреби господарство співпрацює з медичними закладами Кам'янського району для надання невідкладної допомоги. Значну увагу приділяють також інформаційній та психологічній підготовці працівників: їх ознайомлюють із діями в разі аварії, пожежі або загрози техногенного характеру, а на робочих місцях розміщено схеми евакуації, контакти відповідальних осіб та інструкції з безпеки.

**Висновок до розділу 6.** Комплекс заходів системи охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях у ФГ «Прогрес» спрямована на створення безпечних умов праці для всіх працівників, попередження травматизму та професійних ризиків, а також забезпечення сталого функціонування господарства за будь-яких виробничих чи природних загроз.

## ВИСНОВКИ

Проведені польові дослідження 2024–2025 рр. підтвердили високу чутливість рослин гороху до рівня та збалансованості мінерального живлення. Установлено, що інтенсивність проходження фенологічних фаз, формування густоти стояння рослин, збереженість агроценозу, площа асиміляційної поверхні, елементи структури врожаю та продуктивність безпосередньо залежать від системи удобрення.

Рослини на контрольному варіанті демонстрували найповільніший ріст, тривалішу вегетацію (108 діб), найнижчу густоту сходів (79,5 шт./м<sup>2</sup>), мінімальний рівень збереження рослин (85 %) та найменшу асиміляційну поверхню, що обмежило формування елементів структури врожаю. Це вказує на те, що природний фон родючості ґрунту в зоні центрального Степу є недостатнім для реалізації біологічного потенціалу гороху.

Застосування простих фосфорно-калійних добрив (P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>) забезпечило покращення всіх показників, однак ефект був помірним через низьку забезпеченість рослин азотом. Вегетація скоротилася до 104 діб, густота зроста до 84,5 шт./м<sup>2</sup>, а урожайність – до 1,33 т/га, що свідчить про часткову компенсацію нестачі елементів живлення.

Комплексні добрива з азотом (N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>K<sub>48</sub> та N<sub>18</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>) забезпечили значно кращі фізіолого-біохімічні показники. У цих варіантах спостерігалось скорочення вегетації до 100–103 діб, істотне збільшення листкової поверхні, зростання кількості бобів та зерен на рослину, підвищення маси 1000 зерен до 245 г та урожайності до 1,75–1,80 т/га. Це свідчить про високу ефективність збалансованого NPK-живлення.

Найвищі показники зафіксовано у варіантах із сірковмісними добривами N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>S<sub>26</sub> та N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub>. Додавання сірки забезпечило прискорення всіх фенологічних фаз, максимальну густоту сходів (93,5 шт./м<sup>2</sup>), найвищу збереженість рослин (95,5 %), значне наростання асиміляційної поверхні (до

33,7 тис. м<sup>2</sup>/га), формування більшої кількості генеративних органів та найбільшу масу 1000 зерен (252 г). Середня урожайність у цих варіантах становила 2,09–2,25 т/га, що перевищує контроль у 1,8–2,0 рази.

Економічна оцінка також довела переваги багатокomпонентних добрив. Приріст прибутку в системах N<sub>48</sub>P<sub>48</sub>S<sub>26</sub> та N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub> становив 10430 та 11400 грн відповідно, а рівень рентабельності – 60,2 та 63,9 %. Простежується закономірність: що більш комплексним є добриво, то вищими є фінансові результати, оскільки підвищення продуктивності перекриває збільшення виробничих витрат.

На основі досліджень встановлено, що найбільш оптимальною для умов ФГ «Прогрес» є система удобрення N<sub>45</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>S<sub>20</sub>, яка забезпечує найвищі показники як урожайності, так і економічної ефективності господарства.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Рекомендується впровадити систему удобрення  $N_{45}P_{45}K_{45}S_{20}$  як основну, оскільки вона забезпечує найвищу середню урожайність (2,25 т/га), максимальний приріст відносно контролю (1,08 т/га) та найкращі економічні показники – чистий прибуток 11400 грн/га і рентабельність 63,9 %.

У господарстві доцільно збільшити частку сірковмісних добрив у структурі мінерального живлення, оскільки сірка значно підвищує ефективність азоту, стимулює синтез білка та стабілізує розвиток рослин упродовж усього вегетаційного періоду.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоножко М.А. та інші. Рослинництво. Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур. Київ вища школа. 1990 с.292
2. Бурбела М. Сучасні агроекологічні і соціальні аспекти хімізації сільського господарства // Пропозиція. – 1995. – № 1. – С. 17-18; № 2. – С. 11-38; № 3. – С. 18.
3. Влох В.Г., С.В. Дубковецький та ін. Підручник. / Рослинництво. За рад. В.Г. Влоха. – К. Вища школа, 2005. – 382 с.: іл.
4. Довідник із захисту рослин / Л.І. Бублик, Г.І. Васечко, В.П. Васильєв та ін. За ред. М.П. Лісового. – К.: Урожай, 1999. – 744 с.
5. Зінченко І.О., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. – К.: Аграрна освіта, 2001
6. Кушнір О.М. Оцінка показників якості зерна гороху залежно від впливу технологічних прийомів//Корми і кормовиробництво. – Вінниця, Друкарня “Діло”, - 2005. – Вип. 55. – С. 121-128.
7. Кушнір О.М. Формування врожаю зерна сортів гороху залежно від факторів інтенсифікації технології їх вирощування // Зб. матеріалів третьої наук. міжвуз. конф. аспірантів і молодих викладачів (17-19 березня 2003 року) “Сучасна аграрна наука: напрями досліджень, стан і перспективи”. – Вінниця, 2003. – С. 87-90.
8. Кушнір О.М. Формування продуктивності інтенсивних сортів гороху залежно від впливу технологічних прийомів//Зб. наук. праць Вінницького ДАУ. – Вінниця, 2005. – Вип. 23. – С. 14-21.
9. Лобас М.Г. Формування ринку зерна в Україні // Наукові основи ведення зернового господарства / В.Ф. Сайко, М.Г. Лобас, І.В. Яшовський та ін.; За ред. В.Ф. Сайка. – К.: Урожай, 1994. – С. 6-41.
10. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Редкол.: М.В. Зубець (Голова редакційної колегії) та ін. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.

11. Оверченко В.С. Горох — культура вдячна, Журнал пропозиція. №3, 2003р.
12. Петриченко В.Ф., Кушнір О.М. Продуктивність сортів гороху залежно від факторів інтенсифікації технології їх вирощування в умовах правобережного Лісостепу України//Зб. наук. праць Вінницького ДАУ. – Вінниця, 2005. – Вип. 21. – С. 5-9.
13. Рослинництво з основами кормо виробництва [Царенко О.М., Троценко В.І. Жатов О.Г., Жатова Г.О.] Навч. посібник. – Суми: Університетська книга, 2003 – 384с.
14. Рослинництво з основами програмування врожаю./О. Г. Жатов, Л. Т. Глущенко. Г О Жатова та ін, За ред. О Г. Жатова - К : Урожай, 1995. - 256 с.
15. Камінський, В.Ф. Удобрення бобових культур у Лісостепу. Київ: Наукова думка, 2020. 188 с.
16. Кравченко, М.С., Сергієнко В.П. Продуктивність гороху залежно від удобрення. Дніпро: ДДАЕУ, 2021. 156 с.
17. Кучер, А.В. Економіка сільськогосподарського виробництва. Харків: Екограф, 2019. 420 с.
18. Марков, С.О., Шелест Л.О. Вплив мінерального живлення на структуру врожаю гороху. // Вісник аграрної науки. 2020. №5. С. 45–51.
19. Мельник, І.П., Гриценко О.М. Мінеральне живлення польових культур. Київ: Аграрна освіта, 2018. 295 с.
20. Методичні рекомендації з вирощування гороху в Україні. Київ: ІЗ НААН, 2020. 55 с.
21. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні. Київ: МВС України, 2014.
22. Патица, В.П., Волкогон В.В. Мікробіологія ґрунтів. Київ: Аграрна наука, 2018. 365 с.
23. Писаренко, П.В., Писаренко В.М. Агроєкологія. Полтава: ПДАА, 2019. 400 с.
24. Писаренко, В.В. Ґрунтознавство та землеробство. Київ: Основа, 2017. 512 с.

25. Положення про охорону праці в аграрному секторі. Київ: Мінагрополітики, 2021.
26. Рожков, А.О., Мазур В.А. Система живлення бобових культур у Степу. Одеса: Астропринт, 2019. 144 с.
27. Рябоконь, Т.М. Ефективність мінеральних добрив під горох. Полтава: ПНДЦЗЗ, 2020. 162 с.
28. Саблук, П.Т. Економічні аспекти аграрного виробництва. Київ: ННЦ ІАЕ, 2020. 388 с.
29. Стратегія удобрення у сучасному рослинництві: монографія. Харків: ХНАУ, 2021. 280 с.
30. Телекало, Н.В. Реакція сортів гороху на рівень удобрення. Київ: Аграрна наука, 2021. 204 с.
31. Технологія вирощування бобових культур: навчальний посібник. Херсон: Олді+, 2019. 220 с.
32. Український інститут експертизи сортів рослин: База даних сортових характеристик. Київ, 2022.
33. Фесенко, І.В. Добрива та їх застосування. Київ: Центр учбової літератури, 2020. 276 с.
34. Фурман, Ю., Марчук О. Дія макро- і мезоелементів на продуктивність гороху. // Землеробство. 2021. №2. С. 57–62.
35. Хавін, В.Г. Живлення та удобрення рослин. Львів: Простір-М, 2019. 368 с.
36. Хомічак, Л.М. Вплив добрив на ріст і розвиток бобових рослин. Київ: Ліра-К, 2020. 140 с.
37. Центральний Степ України: агрокліматичні умови. Дніпро: ДСНС Дніпропетровської області, 2021. 92 с.
38. Чубенко, Т.Ф., Коваленко А.О. Інтенсивні технології вирощування гороху. Харків: Еней, 2020. 188 с.
39. Юрченко, С.М. Вплив мінерального живлення на продуктивність польових культур. Миколаїв: МНАУ, 2019. 212 с.
40. Agronomy Handbook. Pea Production Guidelines. FAO, Rome, 2020. 120 p.

41. Barbara H., Peter L. Pea Physiology and Mineral Nutrition. // Field Crops Research. 2021. Vol. 271.
42. FAO Soil Fertility Report №22. Fertilizer Use Efficiency in Legumes. Rome: FAO, 2019. 89 p.
43. International Fertilizer Association. Global Fertilizer Outlook 2023. Paris: IFA, 2023. 102 p.
44. Jensen, E.S. Nitrogen Fixation and Pea Yield Potential. Journal of Agronomy, 2020. Vol. 115. P. 67–75.
45. Jones, R. Effects of Sulphur Nutrition on Legumes. Plant and Soil, 2019. Vol. 441. P. 123–134.
46. Smith, A. Modern Pulse Crop Management. Springer, 2020. 410 p.
47. Михайленко Л.П. Удосконалення сортової агротехніки зернобобових культур у зоні Степу // Матеріали наук.-практ. конф. молодих вчених. – Чабани, 2004. – С. 59.