

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Західноукраїнський національний університет**  
**Навчально-науковий інститут інноватики природокористування та**  
**інфраструктури**  
Кафедра фінансів, банківської справи та страхування ВННІЕ

**САВЕНКО Володимир Олександрович**

**Удосконалення елементів технології вирощування сортів**  
**гороху посівного**

Спеціальність: 201 – Агрономія  
Освітньо-професійна програма – Агрономія

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи АГРм-22  
В.О. Савенко

---

Тернопіль – 2024

## ЗМІСТ

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                             | <b>3</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>                        | <b>5</b>  |
| 1.1. Урожайність зерна гороху залежно від удобрення.....                      | 5         |
| 1.2. Особливості технології вирощування гороху посівного.....                 | 11        |
| <b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>                 | <b>20</b> |
| 2.1. Умови проведення досліджень.....                                         | 20        |
| 2.2. Ґрунтово-кліматичні умови.....                                           | 21        |
| 2.3. Аналіз гідротермічних умов досліджень.....                               | 22        |
| 2.4. Методика проведення досліджень.....                                      | 23        |
| <b>РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>                 | <b>28</b> |
| 3.1. Вплив удобрення на тривалість вегетаційного періоду гороху.....          | 28        |
| 3.2. Вплив удобрення на густоту рослин гороху.....                            | 29        |
| 3.3. Збереження рослин гороху залежно від норм добрив.....                    | 31        |
| 3.4. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від системи удобрення ..... | 32        |
| 3.5. Азотфіксувальна здатність гороху залежно від удобрення.....              | 33        |
| 3.6. Елементи структури врожаю гороху залежно від удобрення .....             | 40        |
| 3.7. Формування врожайності гороху залежно від удобрення.....                 | 44        |
| <b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ.....</b>              | <b>47</b> |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>                                                          | <b>48</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>                                    | <b>51</b> |

## ВСТУП

Горох тривалий час залишався провідною зернобобовою культурою в Україні. Однак останнім часом його позиції поступаються сої, яка домінує як за площами посівів (1,8 млн га), так і за обсягами виробництва (понад 2,4 млн т). Незважаючи на значний обсяг теоретичних і практичних досліджень, питання удобрення гороху посівного (*Pisum sativum*) залишається складним і дискусійним.

Кожен елемент мінерального живлення має специфічну роль у фізіології рослин. Дефіцит будь-якого з них негативно впливає на обмін речовин, фізіологічні процеси, розвиток рослин, що призводить до зниження врожайності та погіршення його якості. У зв'язку з цим дослідження впливу основних макро- та мікроелементів на формування врожайності гороху є актуальним і важливим завданням сучасного аграрного виробництва.

**Мета роботи** виявлення особливостей росту, розвитку та формування елементів продуктивності сортів гороху за оптимізації елементів системи удобрення.

### ***Завдання досліджень:***

- вивчити процеси росту розвитку та формування зернової продуктивності гороху залежно від елементів системи удобрення;
- встановити вплив удобрення на польову схожість, густоту та виживання рослин;
- дослідити закономірності формування площі асиміляційної поверхні, формування симбіотичного апарату залежно від удобрення;
- виявити вплив елементів системи удобрення на особливості формування зернової продуктивності гороху та урожайність;
- встановити економічну ефективність вирощування гороху за внесення мінеральних добрив.

**Об'єкт дослідження** – процеси росту й розвитку рослин гороху залежно від елементів системи удобрення.

**Предмет дослідження** – горох, елементи системи удобрення, урожайність.

**Методи дослідження:** польовий – для вивчення взаємозв'язку об'єкта з умовами середовища; візуальний – для проведення фенологічних спостережень; кількісний – визначення польової схожості, густоти та виживання рослин.

**Обсяг кваліфікаційної роботи** складає 56 сторінок. Містить 15 таблиць і 63 літературних джерела.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Урожайність зерна гороху залежно від удобрення

Горох має відносно короткий вегетаційний період і слабо розвинену кореневу систему, що зумовлює його підвищені вимоги до поживних речовин. Для утворення 1 ц насіння разом із відповідною кількістю соломи рослини поглинають 4,5–6,0 кг азоту, 1,7–2,0 кг фосфору, 3,8–4,0 кг калію, 2,5–3,0 кг кальцію, 0,8–1,3 кг магнію та сірки, а також мікроелементи, насамперед молібден і бор. Щоб сформувати врожай зерна на рівні 4,0 т/га, горох вилучає з ґрунту 240–260 кг азоту, 48–50 кг фосфору та близько 80 кг калію.

На родючих ґрунтах із вмістом понад 150 мг/кг доступних форм фосфору і калію горох може забезпечувати високі врожаї без додаткового удобрення. Натомість на бідних ґрунтах із низьким вмістом фосфору і калію (менше 100 мг/кг) внесення добрив є необхідною умовою для досягнення оптимальної урожайності.

Особливістю гороху є залежність його азотфіксаційної здатності від умов живлення. При внесенні мінерального азоту рослини переходять на його споживання, що гальмує утворення бульбочок. Азотні добрива чинять негативний вплив на бобово-ризобіальний комплекс на всіх етапах його розвитку — від формування ризосфери та бульбочок до процесу активної азотфіксації. Надмірне використання азотних добрив пригнічує розвиток бульбочкових бактерій і знижує їхню азотфіксуючу активність, змушуючи рослини використовувати азот із мінеральних джерел [7].

Варто відзначити, що процес азотфіксації починається на стадії 2-3 листків, а інтенсивне засвоєння мінеральних трофічних елементів відбувається на стадії початку цвітіння ~ формування бобів. В цей час азотфіксація рослинами гороху досягає максимуму.[6] існують різні дані про ступінь

симбіотичної фіксації. Протягом вегетаційного періоду горох поглинає 40-90 кг азоту з повітря [9], 80 кг азоту [10]. В. за даними Січкара [11], завдяки симбіотичній азотфіксації протягом вегетаційного періоду горох поглинає близько 100 кг азоту з гектара. За даними інших дослідників, рослини гороху здатні зв'язувати азот повітря в кількості сухої речовини від 100 до 150 кг/га [12, 13]. У деяких дослідженнях цей показник коливається від 125 до 480 кг/га на добу, і також збільшується

. У той же час дослідники відзначають, що при високому вмісті фосфору і калію постачання рослин гороху азотом є недостатнім на стадії інтенсивного росту і наливу зерна (14).

За даними Інституту фізіології і генетики рослин Національної академії наук України, застосування бактеріальних добрив дає значний ефект. У варіантах, де насіння обробляються кореневищними рослинами, збільшення врожайності гороху Мадонна становить 4,6 ц/га (14,2%). Внесення в ґрунт аміачної селітри (N60) пригнічує симбіотичну активність бульбочок і знижує врожайність на 3,6 ц/га в порівнянні з варіантами кореневищних рослин (15). Позитивно впливає на активність симбіотичної азотфіксації застосування мінеральних добрив (16).

Обробка насіння препаратом бульбочкових бактерій підвищує врожайність зерна на 1,5-3,0 ц/га (17).

Аналіз показує, що єдиної думки про внесення мінеральних азотних добрив під горох немає. Деякі дослідники вважають, що Рослини можуть повністю забезпечувати себе азотом, фіксуючи його з повітря.

Інші стверджують, що перед початком симбіотичної фіксації (протягом 15-25 днів після появи сходів) важливо внести стартову дозу азотних добрив, оскільки живлення відбувається за рахунок ґрунтового азоту (18). В цьому випадку через недостатню азотфіксації високу (4,0-5,0 т/га) врожайність гороху можна отримати, тільки перейшовши з мінеральних азотних добрив на підгодівлю.

Застосування фосфорних добрив стимулює ріст кореневої системи і активність бульбочкових бактерій, знижує негативний вплив азоту на процеси бульбоутворення. Цибулини перетворюють нерозчинні сполуки фосфору в форми, доступні для засвоєння рослинами гороху, тобто симбіоз бульбочкових бактерій з горохом покращує постачання рослин не тільки азотом, але і фосфором. Недолік цього елемента в ґрунті перешкоджає формуванню репродуктивних органів, і період дозрівання зерна затримується.[19] Фосфор підвищує стійкість рослин до посухи, низьких температур та хвороб. Недостатнє надходження фосфору в рослини знижує засвоєння азоту, і навпаки.[8]

Калійні добрива підвищують посухостійкість, покращують вуглеводний обмін і рухливість, а також стимулюють інші важливі функції рослинних клітин. Крім того, вони нормалізують надходження азоту і фосфору в рослини гороху. Є дані, що калійне голодування призводить до зниження вмісту білка в зернових культурах. Калійні добрива на азотно-фосфорному тлі зазвичай підвищують врожайність на k60 на 0,23-0,67 т/га (19). За даними Ю. А. Злобіна [20], калій позитивно впливає на вміст білка в зернових культурах. Не рекомендується вносити калійні добрива з хлором під горох [21].

Магній входить до складу хлорофілу, позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій і бере участь у багатьох метаболічних зв'язках [1]. На ґрунтах з низьким вмістом магнію (менше 20-50 мг/кг ґрунту) рекомендується вносити магнієві добрива зі співвідношенням mgo 30-40 кг/га (22).

Бобові культури є одними з найвимогливіших до вмісту сірки [1] [23]. Горох за період вегетації засвоює 20-40 кг/га цього мікроелемента. 1. Сірка є одним з основних компонентів білків. Без достатньої кількості сірки азот не зможе ефективно впливати на зростання врожайності. За рівнем засвоєння рослинами сірка займає 4-е місце після азоту, калію і фосфору. Рослини поглинають сірку протягом вегетаційного періоду, і найбільше перед періодом цвітіння.

Результати досліджень ННЦ "Інститут землеробства НААН" свідчать про ефективність застосування азотних добрив у підживленні гороху на IV та IX етапах органогенезу, що забезпечує приріст урожайності в межах 0,54–1,10 т/га.

Рекомендації щодо норм внесення мінеральних добрив для гороху суттєво різняться через відмінності ґрунтово-кліматичних умов, сортових особливостей та обраних моделей технологій вирощування. Зокрема:

- **В умовах північного Степу** для досягнення врожайності на рівні 2,2 т/га рекомендується застосування невеликих норм добрив — N30P30K30.
- **В умовах лівобережного Лісостепу** на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому доцільним є внесення N30P45K45 із додатковим підживленням у фазі гілкування (N15). Це дозволяє підвищити врожайність до 3,67 т/га.

Таким чином, оптимізація системи удобрення має базуватися на агроекологічних умовах регіону, властивостях ґрунту та особливостях вирощуваного сорту гороху.

Мартинюк О.М. [26] зазначає, що для досягнення врожайності зерна гороху на рівні 3,0–3,5 т/га в умовах західного Лісостепу слід вносити восени P40K60 та N20 перед сівбою.

За даними [27], найвищу врожайність сортів Чекбек (3,81 т/га) та Клеопатра (4,23 т/га) забезпечує технологія, яка включає внесення добрив у дозах N15P60K90, дворазове підживлення N15, застосування стимулятора росту «Росток», обробку насіння поліштамом та інтегровану систему захисту посівів.

Бахмат М.І. та Небаба К.С. [28] рекомендують для умов західного Лісостепу норму N30P30K45. Найкращий урожай сортів безлисточкового морфотипу Дамир 2 (3,67 т/га) і Модус (3,08 т/га) та листочкового Елегант (3,46 т/га) і Світязь (3,27 т/га) отримано при N30P45K60 [25].

Дворецька С.П. і Камінський В.Ф. [24] зазначають, що сорти Вінець (3,5–3,6 т/га), Готівський (3,6–3,7 т/га) та Камелот (3,5–3,6 т/га) найкраще

реагують на N45P60K60 або N30P60K60 + N15 у підживленні на VII етапі органогенезу. Приріст урожайності становив 0,27–1,09 т/га від добрив, 0,11–0,41 т/га від інокуляції насіння, і 0,03–0,20 т/га від препарату «Росток».

Оптимальною дозою мінеральних добрив виявилася N30P75K120 із врожайністю 34,6 ц/га. У свою чергу, за внесення N50P70K40 отримано 2,71 т/га [30].

Для продуктивності 3,5 т/га рекомендовано не перевищувати N60P60K60 у поєднанні з ризогуміном. Подібну норму пропонує Антипін Р.А. для сортів Вінничанин та Світязь (3,55 т/га) [32].

Телекало Н.В. [33] виділяє N45P60K60 як оптимальну норму, тоді як Рябоконт Т.М. [36] пропонує N45P60K90 + N15. Застосування N20P70K82 дало приріст 0,46 т/га порівняно з контролем [8].

Пилипенко В.С. [37] для врожайності 4,0–4,5 т/га у правобережному Лісостепу радить систему удобрення з внесенням N30P60K60 та листовим підживленням N10P10 у фазах ВВСН 12–13, 51–59 і 60–69. Приріст урожайності від повного добрива склав 0,5 т/га (24 %), особливо для сортів Фараон і Спартак.

У північно-східному Лісостепу інокуляція ризогуміном і внесення N60P60K60 підвищили врожайність до 2,82 т/га, що на 0,8 т/га більше, ніж контрольний варіант [39].

Доцільно здійснювати диференціацію норми внесення добрив залежно від запланованого рівня врожайності, що підтверджується результатами численних досліджень. Так, Камінський В.Ф. [40] для максимальної реалізації продуктивного потенціалу сортів гороху пропонує використовувати високі норми добрив N45P60K60-90, а за недостатнього забезпечення ресурсами знижувати їх до N15-30P30-45K30-60. Водночас деякі дослідження вказують на низьку ефективність застосування добрив. Так, у Київській області при внесенні N45P90K90 сорт гороху Харківський еталонний дав урожай лише 2,28 т/га [36].

В умовах північної частини правобережного Лісостепу на сірому лісовому ґрунті рекомендовано вносити мінеральні добрива в дозі N45P60K90 + N15 для підживлення в фазі інтенсивного росту. Це забезпечує урожайність до 5,41 т/га у сприятливі роки [41]. Для отримання урожайності на рівні 4,54–4,89 т/га пропонується система удобрення з переважанням азоту — N60-90P20-30K30-45 [41].

У роботах В.В. Волкогона та М.А. Журби [43] найвищі показники врожайності гороху (3,35–3,62 т/га) були досягнуті при внесенні N90P90K90. Однак внесення макро добрив не завжди дає очікуваний приріст урожайності без використання мікродобрив. Для покращення симбіотичної фіксації азоту в ґрунті необхідно застосовувати бор, молібден та кобальт. Застосування комплексних мікроелементних препаратів на різних фонах мінерального живлення дозволяє підвищити врожайність на 0,10-0,56 т/га. У дослідженнях І.М. Дідура [42] дворазове застосування Кристалону особливо покращило формування насіння у сортів Елегант (25,1–25,4 насінин на рослину) і Дамир 2 (29,0–29,4 насінини), що на 5–8 насінин більше, ніж у контролі.

В останні роки в технологіях вирощування гороху активно використовуються різноманітні регулятори росту та біопрепарати. Доцільність застосування багатьох з цих продуктів викликає певні дискусії. Однак деякі дослідники відзначають, що обробка насіння та рослин біопрепаратами може сприяти зростанню врожайності. Так, передпосівна обробка насіння ризогуміном або гуматмікроелементним препаратом ГК-А підвищувала врожайність гороху на 11,3–13,3% [44].

Токоферол у концентрації 0,1 г/л за позакореневої обробки посівів гороху сприяв збільшенню кількості бобів на рослинах, кількості насінин у бобі та маси 1000 насінин, що призвело до зростання біологічної урожайності на 20% [44]. Застосування комплексних мікроелементних препаратів у поєднанні з мінеральними добривами також сприяло підвищенню врожайності на 0,10–0,56 т/га. Найбільш ефективною виявилася передпосівна обробка насіння препаратами Дефенс С та хелатом молібдену, а також обприскування

посівів у фазі бутонізації сумішшю препаратів хелат молібдену + карбамід або антистрес + хелат молібдену + карбамід [46].

## **1.2. Особливості технології вирощування гороху посівного**

Сучасні технології вирощування бобових культур повинні ґрунтуватися на управлінні процесами, що забезпечують високу врожайність і якість зерна і спрямованими на максимізацію біологічного потенціалу врожайності сільськогосподарських культур [47].

Щоб повною мірою реалізувати потенціал врожайності сортів гороху, необхідно оптимізувати умови для росту і розвитку рослин, що забезпечуються сучасними інтенсивними технологіями, що забезпечують оптимальне живлення рослин, використання комплексного захисту рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, а також своєчасне і якісне виконання заходів щодо підвищення врожайності. всі агрономічні заходи.

Щоб удосконалити технологію вирощування гороху, важливо використовувати всі можливі резерви. У технології немає другорядних елементів. Тому Е. Д. Белов [48] стверджує, що дуже важливо вирощувати горох на структурних ґрунтах, де необхідно вибирати відповідні моделі ВИРОЩУВАННЯ.

За результатами досліджень, проведених з 2000 по 2018 рік, було встановлено, що на важкосуглинистому чорноземі з низьким вмістом гумусу, типовому для Лівобережного Лісостепу, Кукурудза, ярий ячмінь, соняшник і буряк для зернових культур є практично рівноцінними попередниками для гороху. В результаті високої концентрації посівів гороху в сівозміні з різними періодами сівозміни не було суттєвої різниці в рівні врожайності цієї культури.

При використанні сучасних технологій дуже важливо захистити рослини від зростаючих шкідників і хвороб і належним чином боротися із засміченням.

1. Однією з основних умов підвищення врожайності сортів гороху є розробка технологій вирощування з використанням добрив і сучасних засобів захисту

рослин. Сильне пошкодження рослин гороху попелиць (3 бали) знижує врожайність гороху на 4,7%, дуже сильне (4 бали) -5,8% і масу 1000 зерен відповідно на 8-10 м при пошкодженні гороховими зерноїдами маса 1000 насінин знижується на 50% в порівнянні з неушкодженими насінням, орхідеї з акації та верби. Знизився на -46,5%, а також на комбінацію факторів

Найбільшу загрозу для посівів гороху представляють бульбачкові довгоносики, Горохова попелиця, гороховий трипс, акацієвий кипрей, Горохова плодожерка і пожирачі гороху. Надійним засобом запобігання і пом'якшення наслідків зараження гороху патогенами є науково обґрунтований відбір біологічно стійких сортів, які скорочують використання фунгіцидів і оптимізують витрати на технології вирощування.

Альтернативою пестицидам стає генетичний підхід, тобто вирощування стійких сортів і гібридів, що забезпечуються постійною селекційною роботою, внесення генів у новостворені форми, які ефективні проти певних патогенів. Результати отриманих досліджень багатьох вчених за сучасними технологіями вирощування гороху спрямовані на максимальне розкриття біологічного потенціалу сільськогосподарських культур, що неможливо досягти без урахування погодних умов важливих конкретних регіонів і без застосування мінеральних добрив, нових сортів, щеплень насіння і засобів захисту рослин. Однак умови вирощування цієї культури постійно змінюються, і ці проблеми потребують додаткових досліджень, оскільки кількість і різноманітність добрив, сортів і сучасних потужних препаратів для захисту рослин збільшуються з урахуванням потреб культури (52).

Урожайність гороху багато в чому залежить від генетичного потенціалу сорту. В Україні створені і рекомендовані до вирощування різні форми сортів гороху, але їх біологічні особливості не в повній мірі використовуються в технологіях обробітку. Тому необхідні дослідження щодо встановлення особливостей росту і розвитку рослин, формування зернової продуктивності сортів різних морфологічних типів для подальшого їх впровадження в удосконалені сортові технології обробітку.

Цей сорт повинен мати високу адаптаційну здатність, що дозволяє відновлювати метаболічні процеси до оптимального рівня після дії стресових факторів, що особливо важливо при зміні клімату і нестабільності. Основними властивостями, що визначають рівень адаптивності гороху, є високий індекс врожайності, тип росту стебла, гармонійне дозрівання, стійкість до хвороб, осипання і висока врожайність.

Морфологічні особливості сучасних сортів гороху (укорочені міжвузля, облісіння, ущільнення зони плодоношення) забезпечують високу стійкість врожаю до вилягання і в той же час до дозрівання зерна. Поява безлистих (вусатих) морфологічних сортів дозволило розширити посівні площі гороху в нашій країні (52).

Кращим напрямком розмноження для підвищення технологічності вирощування рослин гороху є створення його безлистих сортів (віскард), які є дрібними і середніми за розміром, але з товстолистими листям, великими стеблами, висотою рослин від 60 до 90 см і лінійною щільністю стебла 18 мг/см або більше, з 10-13 вузлами в вегетативної частини рослини і 3-5—. Перевага віддається сортам з фізіологічно обмеженими або генетично детермінованими типами розвитку [52].

Архітектура сучасних сортів гороху зазнала значних змін. Це було пов'язано з результатами, заснованими на використанні мутантних генів короткого стебла (*le*), типу листя-вусиків (*af*), детермінантного типу росту (*det*) і ознак стійкості до осипання насіння (*def*): селекція. Але поряд з позитивними моментами, існує і негативний ефект від впровадження цих рецесивних генів в генотипи сучасних сортів гороху. Одним з них є низька екологічна стійкість сортів з генами безлистості (52).

Активне створення сортів *Def* пов'язане зі значними втратами при збиранні листових сортів, особливо при роздільному зборі врожаю, які можуть становити більше 8% за 50 днів. Тривалий час цвітіння, неодночасне дозрівання в умовах надмірного зволоження можна усунути, включивши в селекційний процес детермінантні форми (*det*, *deh*) (51).

В останні роки молекулярні маркери широко використовуються для прискорення та вдосконалення процесу селекції бобових культур [51]. Виявлення специфічних ділянок ДНК, що кодують бажану ознаку, дозволяє відбирати рослини за допомогою маркерів, що значно підвищує ефективність селекційної роботи [53]. Мікросателіти (SSR), також відомі як прості повторювані послідовності, часто використовуються для оцінки генетичного різноманіття завдяки їх точності та інформативності.

Сучасний стан біології та сільськогосподарської науки дозволяє вирішувати багато нагальних проблем *in vitro*. Йдеться про створення моделі для прискореного вивчення реакції певних генотипів на біологічні та абіотичні стресові стани. Для вирішення сучасної проблеми селекції гороху з використанням технології *In vitro* потрібна добре відпрацьована технологія вирощування з перевіреною стадією стабільного отримання регенеруючих речовин з високою швидкістю морфогенезу і утворення кореневищ. Тому при розробці технологій культивування, крім складу певних поживних середовищ, необхідно використовувати певні генотипи, які легше переносять окремі етапи культивування (52).

Впровадження нових моделей технологій вирощування вимагає систематичного перегляду та відбору сортів гороху з більш високою адаптивною здатністю, що гарантує стабільно високі врожаї [52]. Технічна природа гороху як однієї з основних бобових культур, а також селекційно-генетичне поліпшення біохімічного складу гороху значно підвищили його актуальність. Про необхідність розширення базової колекції генофондів зернобобових культур і створення сортів з потенціалом врожайності зерна 45-65 ц/га.

В даний час в "Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні" переважають безлисті (вусаті) високоврожайні сорти гороху з хорошими адаптивними властивостями, підвищеною стійкістю до вилягання, високою технічною ефективністю вирощування і придатністю для безпосереднього збору врожаю (52).

Сортовий склад гороху, який вирощується вже тривалий час, представлений в основному середніми і високорослими рослинами морфологічного типу обростання листям у вологі роки, що призвело до раннього вилягання і розвитку хвороб, в результаті чого відбулося різке зниження врожайності і якості зерна. Нове покоління сортів з вусами і морфологічним типом, при сприятливих погодних умовах, може формувати врожайність зерна більше 6 т/га. рівень врожайності гороху у Франції та Англії перевищує 8 т/га. у Франції був створений клуб фермерів, який досяг врожайності в 100 центнерів горохових зерен.

У виробничих умовах економічно виправдано вирощувати сорти гороху з низьким потенціалом врожайності, але існує думка, що економічно доцільно вирощувати стійкі до вилягання сорти, навіть коли врожайність майже на 20% менше, ніж у листових форм, схильних до вилягання, для прямого обов'язкового збирання врожаю з мінімальними втратами [46].

Сучасні бородаті сорти формують стоячі і вирівняні стебла гороху, які покращують розвиток рослин, підвищують врожайність і дають можливість швидко і ефективно збирати урожай зерна (55). Основна перевага пінопластових вусів полягає в тому, що завдяки сильно розвиненим і щільно зчепленим вусам культури створюються умови для гарної аерації і освітлення нижніх шарів рослини.

Вважалося, що безлисті сорти не забезпечують врожайності на рівні звичайних сортів. Результати вирощування показали, що нові сорти безнасінного типу не поступаються кращим fox points і існуючим стандартам.

V.I.As Січкара зазначає [57], що фізіологи вважають, що листові форми є більш продуктивними, ніж бородаті, але підвищення стійкості до вилягання призводить до незначного зниження врожайності. Крім того, сучасні безлисті сорти по врожайності зерна поступаються листовим сортам.

Високий потенціал врожайності сучасних сортів гороху може бути максимізований при їх вирощуванні з використанням технологій, що передбачають комплексне застосування поліпшують факторів.

Технології обробітку потребують вдосконалення, оскільки кращим напрямком збільшення посівних площ гороху має бути ВИРОЩУВАННЯ продуктивних сортів бородатих форм, придатних по потенційної продуктивності, стійкості до хвороб, вилягання і збору врожаю шляхом прямого схрещування (13).

В системі заходів, спрямованих на збільшення виробництва гороху, важливе місце належить саме новому сорту. Він повинен бути придатний для отримання високої врожайності, вмісту білка, стійкості до хвороб, вилягання і безпосереднього збору врожаю (57). Так, у низькорослих сортів з міцними стеблами рослина починає вилягати тільки під час цвітіння, а у високорослих сортів з довгими стеблами - ще до початку розпускання бруньок (8-10 сортів гороху з короткими стеблами характеризуються добре розвиненими механічними тканинами, мають добре розвинену транспортну систему стебла, і не більше короткостебельних різновидів анаболічних засобів для репродуктивних органів). Частка бобів в сухій масі рослин в стадії воскової стиглості насіння становить 40-50%, стебел - 30-40%, але у 19 длінностебельних сортів велика частина біомаси припадає на стебло (50-60%), а не на боби (12-20%).

Селекція гороху пройшла кілька якісних етапів для створення високоврожайних сортів. За цей час відбулися зміни в звичках рослин, їх морфологічних характеристиках і біологічних параметрах. Якщо рівень врожайності сорту в 40-70-ті роки минулого століття не перевищував 3,0 т/га, то в 1970-ті і 1990-ті роки потенційна врожайність перевищувала 4,0 т/га. довжина стебла старого сорту становила понад 1,5 м, а зараз навіть сорти напряду використання, в тому числі злакові, не перевищують 1,1-1,3 м [60]. В. створений Інститутом рослинництва ім. Я. в останні роки виведені сорти гороху девіз (2007), Царевич (2008), глянець (2008), отаман (2011), Оплот (2011), Патрон (2014), Гейзер (2015), Корвет (2016), які повністю відповідають сучасним умовам високоінтенсивного виробництва, мають потенціал

врожайності в до 6 т/га, в порівнянні із зарубіжними сортами вилягання зерна. [61] у зональних кліматичних умовах.

За комплексом господарських ознак і стійкості до хвороб виділені сорти української селекції "Меценат", "Царевич", "Магнат" і "отаман" [51].

В. Ф. за даними Камінського [59], при правильному підборі сортів гороху врожайність зерна гарантовано підвищується на 3-5 ц/га.

Врожайність гороху варіювалася від сорту до сорту: 38,9 ц/га у сорту астронавт, 38,5 ц/га у сорту Саламанка, 37,5 ц/га у сорту Мадонна і 36,8 ц/га у сорту Грегор (57).

Найвищий урожай зерна в дослідках по встановленню продуктивності сортів при внесенні повних мінеральних добрив в середньому по n30P45K60 в 2001-2004 роках був отриманий у сортів орендар - 2,93 т/га і Харківський 320-2,89 т/га, а в 2001-2003 роках Норд-3,19, Беркут-3,07, орендар-3,19 т/га./га. сформовано 3,04 і надійно – 3,02 т/га. в іншому експерименті з вивчення комплексного впливу поліпшуючих факторів перевагу мали сорти орловчанин з врожайністю 2,64-3,96 т/га, в той час як сорти комета формували врожайність 2,45-3,71 т/га і дамір2 - 2,31-3,57 т/га (52).

В. ю. за даними Інституту рослинництва ім. Юр'єва, середня максимальна врожайність з 2007 по 2014 рік була отримана у сорту Корвет – 2,47 т/га, сорти валовий – 2,46 т/га і сорти магнут – 2,45 т/га. В умовах північного Степу в середньому за 6 років (2011-2016 рр.) найбільшу врожайність зерна забезпечив сорт Царевич – 3,71 т/га, глянцевиий – 3,25, солодкий - 3,38 т/га (52).

В інших дослідженнях сорт Царевич також був більш врожайним (3,55 т/га), в той час як еталонний сорт Харків отримав тільки 2,87 т/га. висока врожайність сорту Царевич підтверджується і іншими даними: серед вітчизняних сортів гороху більш високу врожайність забезпечив Царевич - 3,44 т/га, серед зарубіжних сортів – Мадонна - 3,44 т/га.

У північних умовах Лісостепу при вирощуванні гороху на сірій лісовій ґрунті більш високі врожаї давали безлисті сорти Дамір2 (3,67 т/га) і Модус (3,08 т/га), але врожайність облистнених сортів була низькою (28).

За результатами 5-річного дослідження було встановлено, що врожайність гороху в умовах північного Степу України багато в чому залежить від наявності та розподілу продуктивних опадів у період вегетації рослин. Найбільш адаптованими і стабільними по врожайності зерна при будь-яких умовах вирощування виявилися еталонні сорти гороху "девіз", "Царевич", "Оплот", "отаман" і "Харківський" Інституту рослинництва ім. В. ю. Юр'єва з середньою врожайністю зерна 2,30–2,79 т/га. урожайність сортів Patron і motto при найбільш сприятливому зволоженні в 2016 році перевищила врожайність інших сортів в діапазоні екологічних випробувань на 1,25-2,17 т/га, а в посушливих умовах в 2017 році - на 0,28-0,76 т/га.

Сорти Гороху Царевич, які в окремі роки були найбільш врожайними — 3,71 т/га, глянцевиий — 3,25, Харківський еталонний - 3,06 (інститут імені В.ю. Юр'єва) і солодкий — 3,38 т/га (CGI-NCNS). В середньому за 6 років (2011-2016 рр.) найвища врожайність гороху (2,54-2,83 т/га) була отримана у сортів Чернігів, Царевич, отаман і Оплот.

В умовах Лісостепу на Правобережжі сорт Царевич сформував врожайність 2,97 - 4,01 т/га, а сорт Улус-3,15-4,31 т/га.

У деяких дослідженнях вплив породи був незначним. Таким чином, за даними А. С. Чинчика [61], врожайність меншою мірою залежала від сорту, тому у сорту Чекбек вона склала 4,11 т/га, а у сорту отаман - 4,10 т/га. І.М.Ін у дослідженні Дідура [42] врожайність гороху сорту Елегант склала 3,56–4,32 т/га, в залежності від досліджуваних факторів, а врожайність сорту Дамір2 була трохи вище, ніж 3,59-4,49 т/га. в умовах південного степу врожайність гороху сортів "Оплот" і "Царевич" була однаковою і варіювала в межах 2,0-2,9 т/га.

При дослідженні на важкосуглинистому середньо-засоленому чорноземі врожайність сортів гороху Чекбек і отаман була приблизно однаковою-4,02 і

4,04 т/га. сорти озимого типу знаходяться в стадії створення, їх посівні площі невеликі і вимагають додаткових досліджень [51].

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження проводились в умовах ФГ «Кравчука В.С.» с. Жуківці Жмеринського району Вінницької області. Загальне землекористування господарства 369 га з них на ріллю припадає 304 га (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

#### Структура землекористування господарства (станом на 01.01.2023 р.)

| Види угідь          | 2023 |       |
|---------------------|------|-------|
|                     | га   | %     |
| С.-г. угіддя всього | 356  | 96,5  |
| в т.ч. орна земля   | 304  | 82,4  |
| лісосмуги           | 18   | 4,9   |
| Інші угіддя         | 34   | 9,2   |
| Всього землі        | 369  | 100,0 |

Основним видом діяльності підприємства є вирощування зернових та технічних культур. За останній період у структурі посівних площ на підприємстві основна роль належала пшениці озимій та ріпаку озимому. На частку кукурудзи припадає 19,1 % у загальній структурі посівів.

Рівень урожайності гороху у господарстві невисокий – у межах 1,9-2,9 т/га. На виробничих посівах 2023 рік був для культури не досить врожайний – 2,5 т/га. Такий характер продуктивності культури вимагає певної переоцінки технології її вирощування в тому числі і за рахунок оптимізації удобрення культури шляхом застосування сучасних мікродобрив по вегетації культури у формі позакореневого підживлення.

Поверхня району, як і області, хвиляста рівнина, яка підвищується у північно-західному напрямку і знижується у південному та південно-східному напрямках [15]. У центральній частині району з північно-західного на південно-східний напрямок протікає р. Південний Буг. Річки використовуються для малого судноплавства і як джерела гідроенергії.

Таблиця 2.2

**Площа посіву та урожайність с.-г. культур в господарстві, 2021–2023 рр.**

| Культури      | Площа посіву, га |      |      |         | Врожайність, т/га |      |      |         |
|---------------|------------------|------|------|---------|-------------------|------|------|---------|
|               | 2021             | 2022 | 2023 | Середня | 2021              | 2022 | 2023 | Середня |
| Оз. пшениця   | 90               | 100  | 100  | 96,7    | 6,7               | 5,5  | 7,1  | 6,4     |
| Озимий ячмінь | 10               | 20   | 20   | 16,7    | 3,6               | 3,1  | 3,4  | 3,4     |
| Ярий ячмінь   | 40               | 40   | 30   | 36,7    | 2,9               | 2,7  | 3,4  | 3,0     |
| Кукурудза     | 60               | 60   | 54   | 58,0    | 6,5               | 4,7  | 6,9  | 6,0     |
| Горох         | 50               | 40   | 40   | 43,3    | 2,9               | 1,9  | 2,5  | 2,4     |
| Ріпак озимий  | 54               | 44   | 60   | 52,7    | 3,4               | 2,4  | 3    | 2,9     |

Територія району всього – 88,2 тис. га, в тому числі: сільськогосподарські угіддя – 69,6 тис. га із них: рілля – 59,1 тис. га; ліси і інші лісовкриті площі – 11,1 тис. га; забудовані землі – 3,3 тис. га; землі водного фонду – 1,4 тис. га.

Ґрунтовий покрив району представлений переважно сірими лісовими та темно-сірими лісовими ґрунтами. Трапляються чорноземи опідзолені та лучні ґрунти. Ґрунтовий покрив господарства включає кілька ґрунтових різновидностей, головною з яких є темно-сірий опідзолений середньосуглинковий на лесовидному суглинку.

Основні агрохімічні параметри ґрунту дослідних ділянок наступний: вміст гумусу в орному шарі складає 2,83%, рН – 5,7-5,9; ємність поглинання 18,7-21,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Щільність ґрунту 1,21-1,32 г/см<sup>3</sup>, вологість стійкого в'янення – 10,8%. Рівень залягання підґрунтових вод 3,5-4,0 м.

## 2.2. Ґрунтово-кліматичні умови

Клімат зони досліджень помірно-континентальний. За даними Вінницької агрометеорологічної станції, середня річна температура повітря становить 7,0 °С, а ґрунту – 8,4 °С. Температура повітря коливається від - 3,9

до 19,3 °C, а ґрунту – від - 6,1 до 22,5 °C. Найхолодніший місяць по всій області – січень, найтепліший – липень.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) становить 0,8-1,7. Кількість опадів за середніми багаторічними даними коливається у межах за рік 440-734 мм з максимумом 952 мм і мінімумом – 252 мм. Максимум опадів припадає на травень – липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці, на холодну пору року припадає 25 % опадів: в грудні-лютому випадає 65-80 мм опадів. Коефіцієнт зволоження до 14. Найбільші місячні суми опадів припадають на червень – липень та становить 205-225 мм (50 % річної норми). За теплий період (квітень-жовтень) в середньому випадає 350-400 мм опадів.

### 2.3. Аналіз гідротермічних умов досліджень

Згідно з даними агрометеорологічних спостережень, основні показники кліматичних умов у досліджувані роки (2022-2023) відрізнялися від середніх багаторічних даних (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

#### Гідротермічні умови в період проведення досліджень

| Місяць             | Середньомісячна температура повітря, °C |      |           | Опади, мм |       |           |
|--------------------|-----------------------------------------|------|-----------|-----------|-------|-----------|
|                    | 2022                                    | 2023 | Сер. баг. | 2022      | 2023  | Сер. баг. |
| Квітень            | 7,0                                     | 9,3  | 8,0       | 34        | 37,8  | 49,0      |
| Травень            | 13,5                                    | 15,4 | 14,0      | 102       | 144,0 | 53,0      |
| Червень            | 19,3                                    | 21,6 | 17,0      | 83        | 88,0  | 73,0      |
| Липень             | 22,4                                    | 19,0 | 18,0      | 35        | 38,0  | 88,0      |
| Серпень            | 19,2                                    | 20,2 | 17,0      | 53        | 9,2   | 69,0      |
| Квітень – вересень | 16,3                                    | 17,1 | 14,8      | 307,0     | 317   | 332       |

Температурний режим 2023 року виявився більш контрастним порівняно з попереднім роком. Зокрема, квітень був прохолодним із середньою температурою 7°C, аналогічно травень з температурою 13,5°C. Лише в червні температура піднялася до 19,3°C, що на 2,3°C вище за середні

багаторічні показники. У липні температура становила 22,4°C, а в серпні – 19,2°C.

У той час як умови 2022 року були добре забезпечені вологою, зокрема в квітні випало 34 мм опадів, у травні — 102 мм, у червні — 83 мм, липні — 35 мм, а в серпні — 53 мм. Такі погодні умови сприяли хорошему росту та розвитку гороху та інших культур, що вирощувалися в господарстві. Інтенсивні опади весною поповнили вологісні запаси, а дощі, що випадали під час вегетації гороху, стимулювали активні ростові процеси цієї культури.

Тривалість вегетаційного періоду на досліджуваній території становить 90-120 діб. Однак досить часто спостерігаються періоди посухи і суховії, що негативно позначається на розвитку рослин. У серпні високі температури повітря, які утримувалися тривалий час, мали негативний вплив на розвиток гороху. Запаси вологи в ґрунті значно зменшилися порівняно з попередньою декадою, хоча залишалися достатніми для подальшої вегетації. Третя декада серпня була характерна значними коливаннями добових температур, зниженням нічних температур та випаданням опадів.

Таким чином, погодні умови 2023 року виявилися менш сприятливими для росту і розвитку гороху, порівняно з середньобагаторічними показниками та умовами 2022 року.

#### **2.4. Методика проведення досліджень**

Відповідно за робочою гіпотезою завдань досліджень було розроблено схему досліду. Польові досліді проводили відповідно до загальноприйнятої методики.

Загальна площа елементарної ділянки складала 60 м<sup>2</sup>, облікова площа ділянок - 50 м<sup>2</sup>, повторність досліду чотириразова.

*Дослід. Урожайність сорту гороху Клеопатра залежно від удобрення.*  
Об'єкт дослідження – горох сорту *Клеопатра* і варіанти внесення мінеральних добрив:

### Схема досліду:

1.  $P_0K_0$  – контроль;
2.  $P_{30}K_{30}$  + Оптімайз Пульс;
3.  $P_{30}K_{30}$  +  $N_{30}$ ;
4.  $P_{30}K_{30}$  +  $N_{30}$  +  $S_{15}$ ;
5.  $P_{30}K_{30}$  +  $N_{30}$  +  $Mg_{10}$  +  $S_{15}$ ;
6.  $P_{30}K_{30}$  +  $N_{30}$  +  $Mg_{10}$  +  $S_{15}$  + Інтермаг бобові (2 л/га).

Завданням досліджень було встановлення ефективності внесення фосфорних, калійних, азотних, сірчаних та магнієвих мінеральних добрив.

На всіх варіантах, окрім контрольного варіанта, насіння оброблене бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс (3,3 л/т). Препарат Оптімайз Пульс містить чисту культуру азотфіксуючих бактерій *Rhizobium leguminosarum* та ліпохітоолігосахарид, який продовжує термін виживання бактерій на насінні.

Суперфосфат потрійний ( $P_{46}$ ), хлористий калій ( $K_{60}$ ) вносили восени під оранку. Магнієві (сульфат магнію,  $S_{30}Mg_{20}$ ) та азотні (аміачна селітра,  $N_{34}$ ) навесні у передпосівний обробіток ґрунту. Мікродобриво Інтермаг бобові вносили на початку фази бутонізації гороху.

**Інтермаг бобові** – легкозасвоюване концентроване добриво для листового підживлення бобових культур, що містить гармонійно збалансований набір макро- і мікроелементів, які відповідають потребам бобових культур. Мікроелементи знаходяться в доступній для рослин халатній формі. До складу досліджуваного мікродобрива входять  $N_{15}$ ,  $MgO_{2}$ ,  $SO_{3-1}$ ,  $B_{0,5}$ ,  $Co_{0,002}$ ,  $Cu_{0,2}$ ,  $Fe_{0,3}$ ,  $Mn_{0,4}$ ,  $Mo_{0,003}$ ,  $Zn_{0,3}$ ,  $Ti_{0,02}$ . Рекомендована норма внесення 2,0 л/га [62].

**Сульфат магнію, S21Mg26 x H2O.** Сірчаноокислий магній – сіль магнію, що містить MgO – 26%, S – 21%. Цінне джерело магнію та сірки для сільськогосподарських культур. Водорозчинне добриво. Не містить хлору. Гранульоване добриво, що рекомендується для основного внесення та для підживлень. Листкове внесення проводять 1 раз у 3-4 тижні розчином 1,5-2 % під час вегетації. Швидко ліквідовує нестачу магнію у листках.

Фенологічні спостереження з встановленням часу настання фаз сходів, бутонізації, цвітіння, утворення плодів, налив зерна, фізіологічної стиглості, а також обліки густоти рослин у фазу сходів і перед збиранням врожаю проводили за "Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур (2019)" [62].

Збереження рослин встановлювали як відношення кількості рослин перед збиранням до їх кількості у фазі сходів.

Визначення структури врожаю проводили шляхом аналізу пробних снопів за показниками: кількість бобів з рослини, кількість зерен з рослини, маса зерна з рослини, маса 1000 зерен.

Визначення площі листового апарату проводили методом висічок, на дослідних ділянках відбирали по 20 типових рослин, зривали з них усе листя і зважували. Потім за допомогою свердла (у вигляді металевої трубки певного діаметра і загостреними краями) відбирали з цих листків по 50 висічок загальною площею не менше 20 см. Після зважування висічок загальну листову масу у пробі визначали за формулою (2.1) [63]:

$$П = \frac{M \times h \times k}{m} \quad (2.1)$$

де: П – площа листової поверхні, тис. м<sup>2</sup>

М – маса листків в пробі, г;

h – площа однієї висічки, см;

k – кількість висічок;

m – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал посівів визначали за формулою (2.2) [67]:

$$\Phi\P = [(L1+L2) T1 + (L2+L3) T2 + (Ln +Ln+1) Tn] :2, \quad (2.2)$$

$L1+L2$  – сума площі де:

$\Phi\P$  – фотосинтетичний потенціал, млн м листків за періодами, тис. м /га;

$T1, Tn$  – тривалість періоду, діб.

Визначення кількості і маси бульбочок проводили методом монолітів, накладанням рамки розміром 300x167 мм (0,05 м). Так, знаючи площу моноліту і середню густоту рослин, визначали кількість і масу бульбочок на одній рослині [62].

Активний симбіотичний потенціал (АСП) розраховували за формулою:

$$АСП = \frac{M1+M2}{2} \quad (2.3)$$

де:  $T$  - період між двома сусідніми строками аналізу, діб;

$M1+M2$  – середня маса бульбочок з леггемоглобіном за період  $T$ , кг/га.

$2$  – кількість фіксованого азоту розраховували за активним симбіотичним потенціалом і питомою активністю симбіозу, користуючись методикою [62].

Облік урожаю визначали шляхом обмолоту зерна у фазі повної стиглості комбайном SAMPO-500. Урожайність з ділянки приводили до стандартної 14 %- ної вологості та 100 %-ної чистоти.

Економічну оцінку ефективності елементів технології вирощування розраховували за технологічними картами розрахунковим методом на основі фактичних цін за загальноприйнятою методикою з врахуванням витрат на 1 га, прибутку з 1 га, собівартістю та рівнем рентабельності.

Математичну обробку результатів досліджень виконували методом дисперсійного аналізу із використанням комп'ютерних програм MS Office Excel, Statistica [63].

### РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Вплив удобрення на тривалість вегетаційного періоду гороху

Мінеральні добрива мали вплив на розвиток фенологічних фаз рослин гороху, що було помітно з початку фази бутонізації. Найшвидше ця фаза настала на варіанті без добрив, зокрема 16 травня (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Фенологічні спостереження за проходженням фаз вегетації гороху сорту Клеопатра залежно від елементів системи удобрення

| Варіант удобрення                                 | Сходи    | Бутонізація | Цвітіння | Налив зерна | Повна стиглість | Тривалість вегетації |
|---------------------------------------------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------------|----------------------|
| Р0К0 – контроль                                   | 19.04/14 | 16.05/26    | 29.05/14 | 09.06/10    | 11.07/32        | 82                   |
| Р30К30 + Оптімайз Пульс - фон                     | 19.04/14 | 17.05/27    | 30.05/14 | 10.06/10    | 13.07/33        | 84                   |
| фон + N30                                         | 19.04/14 | 18.05/28    | 31.05/14 | 11.06/10    | 15.07/34        | 86                   |
| фон + N30 + S15                                   | 19.04/14 | 18.05/28    | 31.05/14 | 11.06/10    | 16.07/35        | 87                   |
| фон + N30 + Mg10 + S15                            | 19.04/14 | 19.05/29    | 01.06/14 | 12.06/11    | 18.07/36        | 90                   |
| фон + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2 л/га) | 19.04/14 | 19.05/29    | 01.06/14 | 12.06/11    | 18.07/36        | 90                   |

\* чисельник – календарна дата

\*\* знаменник – тривалість міжфазних періодів, діб

За результатами наших досліджень, внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, подовжувало міжфазний період сходи-бутонізація. Фаза бутонізації настала найпізніше на варіанті з внесенням добрива Р30К30 + N30 + Mg10 + S15, що можна пояснити інтенсифікацією процесів росту та розвитку рослин гороху, зокрема наростанням більшої кількості біомаси під впливом азоту. Однак, для цього необхідно більше часу.

Міжфазний період бутонізація-цвітіння тривав для всіх варіантів однаково і складав 14 діб, незважаючи на різний час настання фаз наливу зерна. Водночас було відмічено подовження періоду цвітіння-налив зерна внаслідок внесених мінеральних добрив на 1–2 діб, що виявляється у збільшенні тривалості цієї фази з 10 до 11 діб. Зокрема, фаза наливу зерна на контрольному варіанті була відзначена 9 червня, тоді як на варіанті з внесенням P30K30 + N30 + Mg10 + S15 — 12 червня, що на 3 доби пізніше.

Відмінності у тривалості вегетаційного періоду рослин гороху найбільше спостерігались у міжфазних періодах сходи-бутонізація та цвітіння-налив зерна, де різниця між варіантами становила від 1 до 4 діб. Тривалість інших міжфазних періодів під впливом добрив суттєво не змінювалась.

Фаза повної стиглості настала найшвидше на контрольному варіанті — 11 липня. Внесення азотних добрив (N30) сповільнило термін настання цієї фази на 4 доби. За внесення сірчаних і магнієвих добрив було відмічено подовження вегетаційного періоду на 4 доби в порівнянні з попереднім варіантом, а за внесенням всіх досліджуваних елементів живлення (P30K30 + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові) фаза повної стиглості настала 18 липня. Таким чином, добрива збільшили вегетаційний період гороху сорту Клеопатра на 8 діб.

### **3.2. Вплив удобрення на густоту рослин гороху**

Важливим чинником, що впливає на формування врожаю гороху, є густота рослин на одиниці площі. Густота рослин визначається на етапі сівби, але задану кількість рослин, які зійшли, не завжди вдається зберегти до

збирання через технологічні недоліки, упущення в агротехніці та несприятливі гідротермічні умови.

Система удобрення мала суттєвий вплив на густоту рослин на час збирання, як показали результати досліджень Інституту землеробства НААН. Зокрема, у фазу повної стиглості було отримано найбільшу кількість рослин у сорту Чекбек – 127 шт./м<sup>2</sup> та сорту Улус – 131 шт./м<sup>2</sup> за внесення мінеральних добрив у дозах N45P60K90 та підживленням N15. У контрольному варіанті ці показники становили 120 і 126 шт./м<sup>2</sup> відповідно [ 52] .

Густота рослин гороху в фазі сходів визначалась насамперед рівнем польової схожості, що у певній мірі залежало від внесення мінеральних добрив. У середньому, за період досліджень, на контролі густота рослин на період сходів складала 96 шт./м<sup>2</sup>, тоді як на варіанті з внесенням усіх досліджуваних елементів живлення вона знизилась до 89 шт./м<sup>2</sup> (Табл. 3.2), що було зумовлено зниженням польової схожості.

Таблиця 3.2

**Густота рослин гороху сорту Клеопатра у фазі сходів та перед збиранням залежно від елементів системи удобрення, шт./м<sup>2</sup>**

| Варіант удобрення                                                                        | 2022 р. | 2023 р. | Середнє |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                                 | 96/79   | 95/77   | 96/78   |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс - фон                                   | 97/81   | 96/79   | 97/80   |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                    | 93/83   | 92/81   | 93/82   |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                  | 91/85   | 90/82   | 91/84   |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                               | 89/87   | 88/84   | 89/86   |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 89/87   | 88/84   | 89/86   |

\*норма висіву – 1,1 млн./га

\*\* чисельник – густота рослин у фазі сходів, знаменник – густота рослин перед збиранням

Проте перед збиранням зміни густоти рослин були протилежними. За результатами досліджень найнижча густота рослин спостерігалась на варіанті без добрив і складала 78 шт./м<sup>2</sup>. Водночас на варіанті з внесенням добрив у вигляді P30K30 + N30 + Mg10 + S15 густота рослин перед збиранням зросла до 86 шт./м<sup>2</sup>, що на 8 шт./м<sup>2</sup> більше. Це свідчить про те, що сприятливий режим живлення забезпечив кращий розвиток рослин, що компенсувало низькі показники польової схожості, тим самим збільшивши кількість рослин, які збереглися до періоду збирання.

### 3.3. Збереження рослин гороху залежно від норм добрив

Формування рівня продуктивності та отримання врожаю у рослин сільськогосподарських культур, зокрема гороху, значною мірою залежить від збереження рослин у період від сходів до повної стиглості. За результатами наших досліджень, внесення мінеральних добрив сприяло підвищенню збереження рослин гороху. Так, на контрольному варіанті (без добрив) за період від сходів до збирання збереження становило 82,0 % рослин. Натомість на варіанті з внесенням P30K30 + N30 збереження рослин підвищилося до 89,0 %, що на 8,5 % більше порівняно з контролем (Табл. 3.3).

Таблиця 3.3

#### Збереження рослин гороху сорту залежно від норм добрив, %

| Варіант удобрення                                      | 2022 р. | 2023 р. | Середнє |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль               | 82      | 81      | 82      |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс - фон | 83      | 82      | 83      |
| фон + N <sub>30</sub>                                  | 89      | 88      | 89      |

|                                                                                          |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                  | 93 | 91 | 92 |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                               | 97 | 95 | 96 |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 97 | 95 | 96 |

\*норма висіву – 1,1 млн./га

Необхідно відмітити, що саме азотні добрива забезпечили найбільш позитивний вплив на збереження рослин впродовж вегетаційного періоду. Внесення ж мікродобрив, за результатами наших досліджень, не впливало на відсоток збереження рослин. Найвищий показник збереження рослин був досягнутий за внесення усіх досліджуваних добрив (P30K30 + N30 + Mg10 + S15), де він становив 96,0 %, що вище порівняно з контролем на 17,0 %. Подібні результати були отримані у дослідженнях В.С. Пилипенка, де за внесення N90P90K60 збереження рослин сорту Девіз підвищилось на 4,6-5,5 %

### **3.4. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від системи удобрення**

Крім того, розмір асиміляційної поверхні рослин впливає на урожайність гороху. Швидкість накопичення органічної маси, а також рівень урожайності значною мірою залежать від темпів наростання листкової поверхні і продуктивності фотосинтезу. Тому важливо оптимізувати площу асиміляційної поверхні через елементи технології вирощування, особливо за впливом елементів живлення. Зростання фотосинтезуючої поверхні рослин гороху, за результатами наших досліджень, значною мірою залежить від внесення мінеральних добрив.

У фазі трьох листків площа асиміляційної поверхні змінювалась від 8,6 до 12,6 тис. м<sup>2</sup>/га, а в фазі бутонізації площа асиміляційної поверхні варіювалась від 20,2 до 32,1 тис. м<sup>2</sup>/га. У фазі цвітіння цей показник збільшувався до 35,1-58,2 тис. м<sup>2</sup>/га.

Ці результати підтверджують, що максимальна асиміляційна поверхня рослин гороху формується на різних етапах вегетації, зокрема у фазі цвітіння, що відповідає висновкам інших дослідників щодо оптимального періоду формування листкової поверхні для ефективного фотосинтезу.

Таблиця 3.4

**Площа асиміляційної поверхні посівів гороху сорту Клеопатра залежно від удобрення, середнє за 2022-2023 рр., тис. м<sup>2</sup>/га**

| Варіант удобрення                                                                     | Фаза трьох листків | Бутонізація | Цвітіння | Налив зерна |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|----------|-------------|
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                              | 8,6                | 20,2        | 35,1     | 31,0        |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс - фон                                | 9,2                | 24,6        | 47,2     | 41,0        |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                 | 10,4               | 27,8        | 53,3     | 48,6        |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                               | 11,6               | 30,2        | 56,2     | 51,1        |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                            | 12,6               | 32,2        | 58,1     | 54,4        |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2 л/га) | 12,6               | 32,2        | 58,1     | 54,4        |

У фазі цвітіння найменша площа асиміляційної поверхні була зафіксована на контрольному варіанті (без добрив) – 35,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Внесення бактеріального препарату Оптімайз Пульс для інокуляції насіння сприяло зростанню площі асиміляційної поверхні до 47,2 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 12,1 тис. м<sup>2</sup>/га більше порівняно з контролем.

Найбільша площа асиміляційної поверхні була відмічена на варіанті з внесенням мінерального добрива P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> + Mg<sub>10</sub> + S<sub>15</sub>, де цей показник становив 58,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Це свідчить про значний позитивний ефект від застосування комплексного підживлення, що покращує розвиток рослин. У той же час, внесення тільки фосфорних і калійних добрив мало менш виражений ефект.

Порівняно з контролем, найкращий варіант з повним внесенням добрив показав різницю в площі асиміляційної поверхні на 23,0 тис. м<sup>2</sup>/га, що підкреслює важливість комплексного підходу в забезпеченні рослин необхідними елементами живлення для максимізації фотосинтетичної активності.

### 3.5. Азотфіксувальна здатність гороху залежно від удобрення

У фазі двох-трьох листків у гороху розпочинається симбіотична фіксація азоту, яка досягає свого максимуму в період бутонізації-початку цвітіння, і припиняється з настанням фази наливу зерна [43]. За результатами наших досліджень, симбіотична активність рослин гороху була тісно пов'язана з системою удобрення, яка впливала на формування симбіотичного апарату, що, у свою чергу, позначалося на динаміці кількості та маси бульбочок.

Формування бульбочок на коренях рослин гороху було зафіксовано в період з 26 квітня по 1 травня. Найшвидше формування бульбочок спостерігалось на варіанті з інокуляцією насіння бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс (Р30К30 + Оптімайз Пульс) та за внесення добрив у дозі Р30К30. Перші бульбочки на цьому варіанті були відмічені вже 26 квітня. У контрольному варіанті рослини сорту Клеопатра почали формувати бульбочки лише 27 квітня.

Ці результати свідчать про те, що застосування інокулянтів та оптимальне внесення мінеральних добрив може стимулювати активне формування бульбочок і підвищити ефективність азотфіксації в горосі, що має позитивний вплив на його подальший ріст та розвиток (Табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Дати формування симбіотичного апарату у гороху сорту Клеопатра залежно від удобрення, середнє за 2022–2023 рр.**

| Варіант удобрення                                          | Дата                   |                          |                     |
|------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                                            | утворення<br>бульбочок | появи легемо-<br>глобіну | розпад<br>бульбочок |
| Р <sub>0</sub> К <sub>0</sub> – контроль                   | 27.04                  | 6.05                     | 18.06               |
| Р <sub>30</sub> К <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс – фон     | 26.04                  | 5.05                     | 19.06               |
| фон + N <sub>30</sub>                                      | 1.05                   | 9.05                     | 23.06               |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                    | 29.04                  | 8.05                     | 25.06               |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> | 29.04                  | 7.05                     | 27.06               |

|                                                                                          |       |      |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 29.04 | 7.05 | 29.06 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|

Формування бульбочок у гороху було зафіксовано 1 травня за внесення азотних добрив у нормі N<sub>30</sub>, що на 4 доби пізніше порівняно з контролем. Це підтверджує результати науковців [3, 4], які відзначають, що підвищення норм азотних добрив може пригальмувати процес формування симбіотичного апарату. Це пояснюється тим, що до утворення бульбочок рослина спочатку використовує доступний мінеральний азот у ґрунті, а лише коли його запаси вичерпуються, починається активна фіксація азоту атмосферними бульбочковими бактеріями.

У наших дослідженнях, внесення сірки в нормі S<sub>15</sub> та магнію в нормі Mg<sub>10</sub> на фоні фосфорно-калійних і азотних добрив (P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub>) призвело до формування бульбочок 29 квітня, що на 2 доби пізніше, ніж у контрольному варіанті. Такий результат можна пояснити важливою роллю сірки та магнію в процесах азотфіксації та живленні рослин. Сірка є складовою частиною ферменту нітрогенази, який бере участь у процесі фіксації атмосферного азоту, а магній сприяє активізації ферментів, що регулюють обмін вуглеводнів і білків у рослинах, тим самим підвищуючи ефективність роботи бульбочкових бактерій.

Таким чином, результати наших досліджень підтверджують важливість оптимізації складу добрив для ефективної роботи симбіотичних бактерій і підвищення продуктивності гороху.

Внесення сірки в нормі S<sub>15</sub> та магнію в нормі Mg<sub>10</sub> на фоні фосфорно-калійних добрив (P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>) у поєднанні з азотними добривами N<sub>30</sub> сприяло початку формування бульбочок на 2 доби швидше, ніж на варіанті з P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub>, однак це було на 2 доби пізніше порівняно з контролем. Цей варіант також демонстрував більш тривалий період функціонування симбіотичного апарату, з розпадом бульбочок 29 червня, що на 2 доби довше, ніж на варіанті з P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> + Mg<sub>10</sub> + S<sub>15</sub>, та на 11 діб довше порівняно з контролем.

Варіант, на якому проводили інокуляцію насіння (Оптімайз Пульс) на фосфорно-калійному фоні (Р30К30), відзначався найшвидшим появленням легемоглобіну, що відбулося вже 7 травня. Це можна пояснити позитивним впливом азотних добрив, магнію та сірки на стимуляцію росту рослин, підвищення їх фотосинтетичної активності та прискорення накопичення сухих речовин у рослинах гороху.

Кількість і маса бульбочок на кореневій системі мають вирішальне значення для забезпечення гороху біологічним азотом. Наші дослідження показали, що максимальна кількість і маса бульбочок спостерігалася в період між фазами цвітіння та наливу зерна. У фазі бутонізації загальна кількість бульбочок змінювалася від 4,6 до 22,3 шт. на рослину, з активністю від 3,0 до 16,4 шт./рослину. Найвища кількість бульбочок була зафіксована в фазі повного цвітіння (15,6 загальних бульбочок і 14,5 активних), з подальшим зниженням до 5,2 і 2,1 шт./рослину в фазу наливу зерна.

Ці результати свідчать про важливість вибору правильної системи удобрення та застосування інокуляції для оптимізації симбіотичної азотфіксації та максимізації біологічного азоту в горосі, що сприяє його кращій продуктивності (Табл. 3.6).

*Таблиця 3.6*

**Вплив удобрення на динаміку кількості бульбочок у рослин гороху  
сорту Клеопатра, середнє за 2022–2023 рр., шт./рослину**

| Варіант удобрення                                          | Фаза росту і розвитку |           |             |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------|
|                                                            | бутонізація           | цвітіння  | налив зерна |
| Р <sub>0</sub> К <sub>0</sub> – контроль                   | 4,6/3,0               | 15,6/14,5 | 5,2/2,1     |
| Р <sub>30</sub> К <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс – фон     | 16,2/10,2             | 27,1/26,6 | 9,3/4,1     |
| фон + N <sub>30</sub>                                      | 15,6/9,8              | 26,2/25,7 | 8,6/3,9     |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                    | 17,4/11,7             | 30,5/29,7 | 10,0/4,6    |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> | 19,5/13,5             | 34,3/33,8 | 11,3/5,5    |

|                                                                                          |           |           |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 22,3/16,4 | 37,8/37,5 | 12,5/6,6 |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|

\*У чисельнику загальна кількість бульбочок, шт./рослину, у знаменнику кількість активних бульбочок, шт./рослину

Вплив удобрення на формування бульбочок у гороху демонструє чіткий зв'язок між кількістю та активністю бульбочок, що безпосередньо впливає на здатність рослин до азотфіксації. За результатами наших досліджень на варіанті з внесенням добрив P30K30 + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2 л/га), максимальна кількість як загальних, так і активних бульбочок спостерігалася в фазі цвітіння. У цей період було зафіксовано 37,8 загальних і 37,5 активних бульбочок на рослину. Порівняно з іншими фазами розвитку, кількість бульбочок в фазі бутонізації (22,3 загальних та 16,4 активних бульбочок на рослину) була значно меншою, а в фазі наливу зерна спостерігалася поступове зменшення – 12,5 загальних і 6,6 активних бульбочок на рослину (Табл. 3.7).

Таблиця 3.7

**Вплив удобрення на динаміку маси бульбочок у рослин гороху сорту  
Клеопатра, середнє за 2022 – 2023 рр., г/рослину**

| Варіант<br>удобрення                                                                     | Фаза росту і розвитку |           |             |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------|
|                                                                                          | бутонізація           | цвітіння  | налив зерна |
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                                 | 0,05/0,03             | 0,2/0,16  | 0,06/0,02   |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімйз Пульс -<br>фон                                 | 0,2/0,13              | 0,34/0,32 | 0,11/0,05   |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                    | 0,2/0,12              | 0,33/0,32 | 0,10/0,04   |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                  | 0,22/0,14             | 0,39/0,37 | 0,12/0,05   |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                               | 0,25/0,17             | 0,44/0,4  | 0,14/0,06   |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 0,28/0,2              | 0,49/0,45 | 0,16/0,08   |

\*Примітка. У чисельнику загальна маса бульбочок, г/рослину, у знаменнику маса активних бульбочок, г/рослину

У наших дослідженнях ми встановили, що найвищі показники маси бульбочок, як загальних, так і активних, спостерігалися на варіанті досліду з комбінованим удобренням P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + Оптімйз Пульс + N<sub>30</sub> + Mg<sub>10</sub> + S<sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2 л/га) у фазі цвітіння. Маса бульбочок на рослину в цей період становила 0,49 г для загальної маси та 0,45 г для активної маси, що підтверджує ефективність цього варіанту у стимулюванні симбіотичної активності.

Подібна залежність була виявлена і для кількості бульбочок: найбільша кількість як загальних, так і активних бульбочок спостерігалася на варіанті з внесенням цього набору добрив. Це явище також відобразилося в результатах для показників на рівні гектару.

Що стосується тривалості симбіотичного потенціалу, то найдовший період симбіозу, як загальний, так і активний, було зафіксовано на варіанті P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> + Mg<sub>20</sub> + S<sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2 л/га), що становило 59 і 42 доби відповідно. Тривалість симбіозу суттєво впливає на ефективність азотфіксації та розвиток рослин.

Максимальні значення загального (ЗСП) та активного (АСП) симбіотичних потенціалів були досягнуті на варіанті з добривами P30K30 + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2 л/га), де ЗСП склало 16,0 тис. кг діб/га, а АСП – 9,4 тис. кг діб/га. Це свідчить про високий рівень ефективності симбіотичних процесів у рослинах гороху на цьому варіанті досліджу.

Таблиця 3.8

**Формування загального та активного симбіотичного потенціалу у гороху сорту Клеопатра залежно від удобрення, у середньому за 2022–2023 рр.**

| Варіант удобрення                                                                     | Тривалість симбіозу, діб |          | Симбіотичний потенціал, тис. кг діб / га |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------------------|----------|
|                                                                                       | загальний                | активний | загальний                                | активний |
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                              | 51                       | 35       | 4,4                                      | 2,3      |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімйз Пульс - фон                                 | 53                       | 36       | 9,6                                      | 5,1      |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                 | 52                       | 37       | 9,3                                      | 5,2      |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                               | 56                       | 38       | 11,8                                     | 6,3      |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                            | 57                       | 41       | 13,9                                     | 8,0      |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2 л/га) | 59                       | 42       | 16,0                                     | 9,4      |

В результаті наших досліджень щодо визначення кількості симбіотично фіксованого азоту, ми розрахували значення активного симбіотичного потенціалу (АСП) та питомої активності симбіозу (ПАС). Питома активність симбіозу відображає кількість азоту, що фіксується одним кілограмом сирих бульбочок на добу, і за результатами досліджень вона становила 17,0 г азоту на 1 кг сирої маси активних бульбочок на добу.

У результаті експериментів ми також виявили, що кількість симбіотично фіксованого азоту варіювала в межах від 43,0 до 170,4 кг/га в залежності від варіанту удобрення. Це показує значний вплив системи удобрення на рівень азотфіксації, що в свою чергу позначається на розвитку рослин гороху та їх продуктивності. Найбільший рівень фіксації азоту спостерігався на варіантах

з найбільш інтенсивним удобренням, що підтверджує ефективність застосування комплексних добрив для стимуляції симбіотичних процесів (Табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Кількість симбіотично фіксованого азоту у гороху сорту Клеопатра залежно від удобрення, у середньому за 2022–2023 рр., кг/га**

| Варіант удобрення                                                                        | Фіксовано біологічного азоту, кг/га |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                                 | 43,0                                |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс - фон                                   | 93,4                                |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                    | 95,2                                |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                  | 114,9                               |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                               | 145,6                               |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 170,4                               |

У результаті проведених досліджень було встановлено, що найбільша кількість фіксованого азоту спостерігалася на варіанті, де застосовували комплексне удобрення P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>30</sub> + Mg<sub>10</sub> + S<sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2л/га), де рівень фіксації азоту становив 170,4 кг/га, що на 127,4 кг/га більше, ніж на контрольному варіанті.

Таким чином, найкращі результати щодо формування кількості та маси бульбочок, а також загального та активного симбіотичного потенціалу були досягнуті на варіанті з внесенням P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + Оптімайз Пульс + N<sub>30</sub> + Mg<sub>10</sub> + S<sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2л/га). Цей варіант сприяв фіксації найбільшої кількості азоту в рослинах гороху сорту Клеопатра, що свідчить про високий потенціал симбіозу та ефективність цього комплексу добрив для покращення азотфіксації.

### 3.6. Елементи структури врожаю гороху залежно від удобрення

Головні елементи структури врожаю гороху, такі як кількість бобів, насінин, маса 1000 зерен та маса насіння з рослини, безпосередньо впливають на рівень зернової продуктивності. Згідно з дослідженнями [8], важливо досягти оптимальних значень цих показників, оскільки існує пряма кореляційна залежність між кількістю бобів на рослині, кількістю зерен, масою зерна з рослини та врожайністю.

Рівень урожайності гороху залежить від елементів його структури врожаю. Встановлено, що найтісніший зв'язок з урожайністю мають кількість бобів на рослині ( $r = 0,629$ ), кількість зерен на рослині ( $r = 0,712$ ), кількість зерен у бобі ( $r = 0,833$ ), маса зерна з рослини ( $r = 0,825$ ) та маса 1000 зерен ( $r = 0,695$ ) [45].

За результатами проведених досліджень, на контрольному варіанті (без внесення добрив) кількість бобів на рослині становила 4,3 шт./рослину. Після обробки насіння бактеріальним добривом Оптімайз Пульс на фоні добрив кількість бобів збільшилася до 4,5 шт. На всіх інших варіантах досліджень, включаючи варіанти з внесенням азотних добрив, кількість бобів на рослині підвищилася і становила 4,6 шт.

Максимальна кількість насінин у бобі становила 5-6 шт. За даними [42], кількість зерен у бобі за норми висіву 1,8 млн./га була найменшою і залежно від фону добрив становила 4,4-4,9 шт., а за норми висіву 1,2 млн./га – найбільшою - 6,3- 6,9 шт.

За оптимізації системи живлення кількість зерен у бобі підвищувалася. На контрольному варіанті відмічено найменшу кількість насінин у бобі – 5,7 зерен (Табл. 3.10). За обробки насіння Оптімайз Пульс (бактеріальним добривом) на фоні фосфорно-калійних добрив забезпечила підвищення кількості зерен до 6,1 шт. За внесення усіх досліджуваних елементів живлення, а саме на варіанті де було внесено  $P30K30 + N30 + Mg10 + S15 + \text{Інтермаг}$  бобові (2 л/га) кількість насінин у бобі підвищилася до 6,3 зернини.

Між кількістю зерен з однієї рослини та удобренням відмічена пряма кореляційна залежність ( $r = 0,820$ ). Найбільш мінливими ознаками з а результатами досліджень виявилися елементи продуктивності рослин сортозразків колекції гороху: кількість насіння з рослини та маса насіння з рослини.

Кількість зерен з рослини у сорту Клеопатра змінювалася залежно від варіанта досліду від 24,0 до 30,4 шт. Кількість зерен із рослини підвищувався до 30,4 шт. за внесення бактеріального добрива (Оптімайз Пульс), внесенні фосфорних, калійних, азотних, магнієвих, сірчаних добрив, як і внесення мікродобрив також впливало на кількість зерен із рослини.

Таблиця 3.10

**Показники елементів структури врожаю гороху сорту Клеопатра залежно від елементів системи удобрення,  
(середнє за 2022-2023 рр.)**

| № п/п | Варіант удобрення                                                                        | Густота рослин на м <sup>2</sup> , шт. | Кількість бобів на 1 рослину, шт. | Кількість зерен на 1 рослину, шт. | Кількість зерен у бобі, шт. | Маса 1000 зерен, г | Маса зерна з 1 рослини, г | Біологічна врожай юність, т/га |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 1     | P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                                 | 82                                     | 4,2                               | 24,0                              | 5,7                         | 229,0              | 5,76                      | 4,41                           |
| 2     | P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс - фон                                   | 83                                     | 4,5                               | 27,6                              | 6,1                         | 238,9              | 6,85                      | 5,39                           |
| 3     | фон + N <sub>30</sub>                                                                    | 89                                     | 4,6                               | 28,5                              | 6,2                         | 244,2              | 7,25                      | 5,77                           |
| 4     | фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                  | 92                                     | 4,6                               | 29,0                              | 6,2                         | 244,3              | 7,37                      | 6,02                           |
| 5     | фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                               | 96                                     | 4,6                               | 30,4                              | 6,3                         | 257,7              | 7,78                      | 6,51                           |
| 6     | фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові (2 л/га) | 86                                     | 4,6                               | 30,4                              | 6,3                         | 269,0              | 8,11                      | 6,79                           |

\*норма висіву – 1,1 млн./га

Отже, варіанти удобрення впливали на кількість зерен з рослини, масу 1000 зерен та масу зерна з рослини.

Зернова продуктивність рослин є підсумовуючим елементом структури врожаю величина якої є її добутком на густоту рослин на  $\text{м}^2$ , що і визначає урожайність зерна гороху.

На фоні P30K30 сумісно із дією бактеріального добрива (Оптимайз пульс) маса зерна з рослини зросла до 6,85 г. Достовірний вплив на зернову продуктивність мали також і азотні добрива (N30) – 7,25 г. Сірчані і магнієві добрива також впливали на формування зернової продуктивності – 7,78 г, приріст цього показника був вищим порівняно із попереднім варіантом і склав 0,53 г. Найвища зернова продуктивність (8,11 г) відмічена на варіанті за внесення всіх досліджуваних макроелементів та мікродобрива Інтермаг бобові і становила 8,11 г.

У наших дослідженнях найнижча маса 1000 зерен відмічена на варіанті без добрив – 229,0 г. У варіанті бактеріальні добрива (Оптимайз пульс) підвищили масу 1000 зерен до 238,9 г. Крім того, маса 1000 зерен підвищувалася від внесення фосфорних і калійних добрив і, особливо від азотних, до 244,2 г. Сірчані добрива на фоні попередніх фосфорно-калійних та азотних добрив майже не підвищували цей показник і маса 1000 зерен склала 244,3 г. Найвища маса 1000 зерен формувалась на варіантах з внесенням усіх досліджуваних елементів живлення P30K30 + N30 + Mg10 + S15 – 257,7 г, і підвищення маси 1000 зерен особливо за використання на вказаному фоні мікродобрива Інтермаг бобові – 269,0 г.

### **3.7. Формування врожайності гороху залежно від удобрення**

Важливим резервом підвищення врожайності зерна гороху є оптимізація елементів технології вирощування для максимальної реалізації потенційної продуктивності сортів. Добрива мають значний вплив на врожайність гороху,

що підтверджується зміною врожайності в діапазоні від 1,16 до 5,46 т/га під впливом різних добрив [44, 45].

На контрольному варіанті без добрив урожайність була порівняно високою і становила 3,42 т/га. Після обробки насіння бактеріальним добривом (Оптімайз Пульс) урожайність підвищилася до 4,75 т/га, що перевищило контроль на 1,33 т/га. Це можна пояснити позитивною дією фосфорно-калійного добрив (P30K30) та підвищенням симбіотичної діяльності рослин гороху.

Фосфорні та калійні добрива сприяли кращому розвитку кореневої системи та покращили формування бульбочок. Згідно з іншими дослідженнями [9, 10], внесення фосфорно-калійних добрив у кількості 40–60 кг/га д.р. здатне підвищити врожайність зерна на 2-3 ц/га. Включення азотних добрив (N30) в систему живлення ще більше сприяло зростанню врожайності зерна.

Таблиця 3.11

**Урожайність зерна гороху сорту Клеопатра залежно від елементів системи удобрення, т/га**

| № з/п | Варіант удобрення                                                                     | Урожайність, т/га |        |         | Приріст |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|---------|---------|
|       |                                                                                       | 2022 р            | 2023 р | середнє | т/га    |
| 1     | P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                              | 3,71              | 3,13   | 3,42    | -       |
| 2     | P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Оптімайз Пульс – фон                                | 5,28              | 4,22   | 4,75    | 1,33    |
| 3     | фон + N <sub>30</sub>                                                                 | 5,77              | 5,15   | 5,46    | 2,04    |
| 4     | фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                               | 6,03              | 5,29   | 5,66    | 2,24    |
| 5     | фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub>                            | 6,29              | 5,71   | 6,0     | 2,58    |
| 6     | фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub> + S <sub>15</sub> + Інтермаг бобові (2 л/га) | 6,44              | 5,89   | 6,17    | 2,75    |
|       | Середнє за рік                                                                        | 5,58              | 4,89   |         |         |
|       | НІР <sub>05</sub> , т/га                                                              | 0,2               | 0,15   | -       | -       |

У результаті внесення додаткових елементів живлення урожайність зерна гороху на варіанті, де застосовувалася оптимізована система добрив (P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові 2 л/га), становила 6,17 т/га. Це на 2,75 т/га більше порівняно з контрольним варіантом (без добрив). Такий результат можна пояснити позитивною дією усіх складових системи живлення, які включають фосфорно-калійні добрива, азот, магній, сірку та мікроелементи.

Особливу роль у підвищенні врожайності відіграла сірка (S15), яка є важливим елементом живлення гороху, сприяючи кращому засвоєнню азоту. Це підвищило врожайність до 5,66 т/га в порівнянні з варіантом без сірки. Додаткове внесення сульфату магнію (S15Mg10) ще більше збільшило врожайність до 6,0 т/га.

Отже, оптимізація системи живлення гороху за рахунок комплексного внесення фосфорно-калійних, азотних, сірчаних та мікроелементних добрив забезпечила максимальну врожайність, що на 2,75 т/га вище за контроль.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ГОРОХУ**

Згідно з результатами досліджень, оптимізація технології вирощування гороху не лише підвищує його врожайність, але й сприяє значному покращенню економічної ефективності. Як видно з даних, рентабельність вирощування гороху варіюється в залежності від рівня застосованих добрив і технології вирощування.

На контрольному варіанті (без добрив) вартість валової продукції з 1 га становила 18810 грн, а рівень рентабельності був 42,0%. Виробничі витрати склали 13245 грн/га, що призвело до прибутку 5565 грн/га.

Застосування фосфорно-калійних добрив та інокулянта Оптімайз Пульс дозволило підвищити урожайність та збільшити вартість валової продукції до 26125 грн/га, що в свою чергу сприяло збільшенню виробничих витрат до 18045 грн/га і підвищенню прибутку до 8080 грн/га. Рівень рентабельності на цьому варіанті становив 44,8%.

Найвищу економічну ефективність було досягнуто на варіанті з максимальною системою удобрення (P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові 2 л/га). Вартість валової продукції на цьому варіанті склала 33935 грн/га, виробничі витрати — 22493 грн/га, а прибуток — 11442 грн/га. Рівень рентабельності досяг 50,9%.

Таким чином, застосування інтенсивних технологій та оптимізованого живлення гороху забезпечує не лише підвищення врожайності, а й значний економічний ефект, що робить вирощування цієї культури більш вигідним і конкурентоспроможним.

Таблиця 4.1

**Вплив системи удобрення гороху сорту Клеопатра на показники економічної ефективності,**

| Варіант удобрення                                                                              | Урожайність, т/га | Вартість продукції з 1 га, грн | Витрати на 1 га, грн | Собівартість 1 т зерна, грн | Прибуток, грн/га | Рівень рентабельності, % |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------|
| P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> – контроль                                                       | 3,42              | 18810                          | 13245                | 3872,8                      | 5565             | 42,0                     |
| P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> +<br>Оптімайз Пульс – фон                                      | 4,75              | 26125                          | 18045                | 3798,9                      | 8080             | 44,8                     |
| фон + N <sub>30</sub>                                                                          | 5,46              | 30030                          | 20545                | 3762,8                      | 9485             | 46,2                     |
| фон + N <sub>30</sub> + S <sub>15</sub>                                                        | 5,66              | 31130                          | 21110                | 3729,7                      | 10020            | 47,5                     |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub><br>+ S <sub>15</sub>                                  | 6,0               | 33000                          | 22213                | 3702,2                      | 10787            | 48,6                     |
| фон + N <sub>30</sub> + Mg <sub>10</sub><br>+ S <sub>15</sub> +<br>Інтермаг бобові<br>(2 л/га) | 6,17              | 33935                          | 22493                | 3645,5                      | 11442            | 50,9                     |

\*за норми висіву 1,1 млн/га

За внесення всіх видів макродобрих відмічено найнижчу собівартість до 3702,2 грн, а при включенні до системи живлення мікродобрих – до 3645,5 грн.

Рівень рентабельності вирощування гороху був високим і змінювався залежно від варіанту удобрення в межах від 42 % до 50,9 %.

## ВИСНОВКИ

1. Стиглість рослин перед збиранням на варіанті з внесенням P30K30 + N30 + Mg10 + S15 зросла. Найшвидше настання фази повної стиглості відмічено на контрольному варіанті – 11 липня. Внесення азотних добрив (N30) сповільнило термін настання фази повної стиглості ще на 4 доби. За внесення сірчаних і магнієвих добрив відмічено подовження тривалості вегетаційного періоду, порівняно із попереднім варіантом на 4 доби. Як і у попередньому варіанті фаза повної стиглості настала (18 липня) з внесенням усіх досліджуваних елементів живлення P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові. Тобто, добрива збільшили вегетаційний період гороху сорту Клеопатра на 8 діб.

2. Густота рослин гороху у фазі сходів визначалась, насамперед рівнем польової схожості і незначною мірою зменшувалась за внесення мінеральних добрив. У середньому за період досліджень, на контролі густота рослин у фазі сходів складала 96 шт./м<sup>2</sup>, а на варіанті з внесенням усіх досліджувальних елементів живлення густота рослин знизилась до 89 шт./м<sup>2</sup> у фазі сходів, за рахунок пониження польової схожості.

3. Перед збиранням зміна густоти рослин була протилежною. За період досліджень найнижчою вона була на варіанті без добрив і складала 78 шт./м<sup>2</sup>. Густота р до 86 шт/м<sup>2</sup>, або на 8 шт/м<sup>2</sup>. Отже, сприятливий режим живлення забезпечив кращий розвиток рослин, що навпаки компенсувало нижчі параметри польової схожості і підвищило кількість рослин які збереглися на період збирання.

4. Необхідно відмітити, що саме азотні добрива забезпечили максимально позитивний вплив на збереження рослин впродовж вегетаційного періоду. Внесення ж мікродобрив, за результатами наших досліджень не змінювало відсоток збереження рослин. Найвищий показник збереження отримано за внесення усіх досліджуваних добрив P30K30 + N30

+ Mg10 + S15, де він становить 96,0 %, що вище порівняно з контролем на 17,0 %.

5. Результати досліджень щодо площі асиміляційної поверхні гороху свідчать про суттєвий вплив застосування різних видів добрив та інокулянтів на розвиток рослин.

На контрольному варіанті (без добрив) площа асиміляційної поверхні була найменшою і становила 35,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Однак, завдяки обробці насіння бактеріальним препаратом Оптімайз Пульс, площа асиміляційної поверхні зросла до 44,2 тис. м<sup>2</sup>/га, що на 8,9 тис. м<sup>2</sup>/га більше, ніж на контролі.

Найбільша площа асиміляційної поверхні була зафіксована на варіанті з внесенням мінеральних добрив (P30K30 + N30 + Mg10 + S15), де площа асиміляційної поверхні досягла 58,1 тис. м<sup>2</sup>/га. Це на 23,0 тис. м<sup>2</sup>/га більше, ніж на контрольному варіанті.

6. Також було відзначено, що найбільший ефект спостерігався при застосуванні комплексного внесення азотних добрив у поєднанні з фосфорно-калійними та мікроелементами. Ці добрива сприяли значному збільшенню площі асиміляційної поверхні, що позитивно впливає на фотосинтетичну діяльність рослин та, як наслідок, на формування врожаю.

7. Максимальна кількість бульбочок, як загальна, так і активна відмічена на варіанті P30K30 + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2л/га): у фазі бутонізації – 22,3 та 16,4 шт./рослину, у фазі цвітіння – 37,8 та 37,5 шт./рослину та у фазі наливу зерна – 12,5 та 6,6 шт./рослину, відповідно.

8. У результаті досліджень встановлено, що у гороху сорту Клеопатра максимальні кількість та маса бульбочок, загальний та активний симбіотичний потенціал формуються на варіанті за внесення P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2л/га). На цьому варіанті посівами гороху фіксується найбільша кількість азоту.

9. Найвища врожайність зерна гороху відмічена на варіанті з додатковим доповненням системи живлення мікроелементами: P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2 л/га), і становила

6,17 т/га. Внаслідок оптимізації системи живлення гороху урожайність зерна зросла порівняно з контролем варіантом (без добрив) на 2,75 т/га.

10. Найвищу вартість валової продукції отримано на варіанті за максимальної системи удобрення P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2л/га) – 33935 грн/га, а виробничі затрати склали 22493 грн/га, прибуток – 11442 грн/ га, рівень рентабельності 50,9%.

В умовах Вінниччини при вирощуванні гороху посівного за інтенсивною технологією для одержання урожайності на рівні 6,0 т/га:

- вирощувати високопродуктивний сорт гороху Клеопатра;
- використовувати систему удобрення, яка передбачає внесення P30K30 + Оптімайз Пульс + N30 + Mg10 + S15 + Інтермаг бобові (2л/га).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іщенко В., Козелець Г., Гайдено О. Удобрення гороху за всіма правилами. *Інформаційно-аналітична газета «Агробізнес Сьогодні»*. 2018. №24.<http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12390>  
udobrennia - horokhu-za-vsima-pravylamy.html.
2. Лопушняк В.І., Шевчук М.Й., Полюхович М.М., Пархуць Б.І., Пархуць І.М. 555 питань і відповідей з агрохімії та агрохімсервісу : навч.довід. посіб. За редакцією В.І. Лопушняка. Львів. Простір-М. 2018. 488 с.
3. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекологічне та екологічне обґрунтування живлення сільськогосподарських культур. Суми : Університетська книга, 2009. 125 с.
4. Бірюкова І. Щоб горох добре вродив. *Farmer*. 2018. №3. С. 126-128.
5. Дворецька С., Любич О. Мінеральне живлення гороху. *Пропозиція*. 2016. №11. С. 66-72. URL: <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennyagorohu>.
6. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. Vol.2. P. 199-221.
7. Кондратенко М.І. Формування адаптивності ознак зернової продуктивності колекційних зразків гороху посівного різних морфотипів в умовах правобережного лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 21-30.
8. Гангур В.В., Єремко Л.С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність гороху в умовах лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. №9. С. 19-33.

9. Кравченко В.С., Кононенко Л.М., Вишневська Л.В. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 83-91.
10. Телекало Н.В. Симбіотична діяльність посівів гороху посівного. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України*. Матеріали міжнародної наукової конференції, 11-12 серпня 2016 р. Вінниця. Діло. 2016. С. 82-83.
11. Січкач В. Повернення бобового "царя". *Farmer*. 2018. №1. С. 94-96.
12. Єремко Л.С., Гангур В.В., Киричок О.О., Сокирко Д.П. Мінеральне живлення як фактор підвищення фотосинтетичної продуктивності і урожайності посівів гороху. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. №3. С. 50-56.
13. Іщенко В.А. Ефективність використання ризогуміну і поліміксобактерину у поєднанні з мікродобривом та регулятором росту при вирощуванні гороху вусатого типу в північному Степу. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник Сільськогосподарська мікробіологія*. Чернігів. 2013. Вип. 17. С. 89-100.
14. Телекало Н.В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакоренових підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2015. 20 с.
15. Коць С.Я , Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. 2-е вид. перероб., допов. Київ. Логос. 2009. 182 с.
16. Василенко А.О., Безуглий І.М., Глянцев А.В. [та ін.]. Стабільність показників продуктивності і вмісту білка у сортів гороху селекції Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. *Збірник наукових праць Селекційно- генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С. 154-160.

17. Сокол Т.В., Безуглий І.М., Василенко А.О. Стійкість зразків гороху до аскохітозу та фузаріозу на штучному інфекційному фоні. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.170-178.
18. Symanowicz B., Kalembasa S., Toczko M. Zmiany zawartości wybranych makroelementów w *Pisum sativum* l. i w glebie pod wpływem zróżnicowanego nawożenia potasowego. *Acta Agrophysica*. 2015. 22, 311-321.
19. Кірчук І.С., Пішта Д.С., Кірчук Г.А. Особливості технології вирощування гороху в умовах південно-західного Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2012. № 61. С. 15-19.
20. Алмашова В. С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого із застосуванням біологічного репарату Ризоторфін [Електронний ресурс] / В. С. Алмашова, О. Т. Євтушенко, С. О. Онищенко // *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 3-5.
21. Білера Н. Калій – елемент якості. *Агроном*. 2017. №3. С.24-27.
22. Bilski Z., Kajdan-Zysnarska I. Uprawa roślin bobowatych grubonasiennych. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Poznaniu. Poznań. 2019. 53 s.
23. Лихочвор В.В., Андрушко М.О., Андрушко О.М. Симбіотична діяльність гороху (*Pisum sativum*) залежно від норми висіву. Матеріали XII Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (15 липня 2020 року). Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2020. С. 66-69. DOI: [https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo\\_2020conf](https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo_2020conf).
24. Камінський В.Ф., Дворецька С.П., Рябокінь Т.М. Формування урожаю сортів гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування у Північному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 4. С. 59-65.

25. Лебідь Є.М., Десятник Л.М., Федоренко І.Є. [та ін.]. Особливості вирощування гороху й озимої пшениці в сівозмінах Степу. *Агроном.* 2018. №3. С. 166-167.
26. Мартинюк О.М. Продуктивність гороху, люпину білого та сої залежно від елементів технології вирощування в західному Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2008. 21 с.
27. Дворецька С.П., Рябокінь Т.М., Каражбей Т.В. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності сортів гороху. *Збірник наукових праць "ННЦ Інститут землеробства НААН".* Київ: "ВП Едельвейс". 2016. №1. С. 36-45.
28. Бахмат М.І., Небаба К.С. Структурні елементи врожаю гороху посівного залежно від удобрення та регуляторів росту в умовах Лісостепу Західного. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Агрономія.* 2018. №294. С.24-31.
29. Бурикіна С. І. Агрономічна ефективність добрив при вирощуванні гороху в умовах змін клімату Причорноморського Степу [Електронний ресурс] / С. І. Бурикіна, М. О. Вельвер, Г. А. Капустіна // *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки.* 2020. Вип. 114. С. 33-43.
30. Костина Т.П. Оптимізація елементів технології вирощування сортів гороху різних морфотипів в умовах північної частини Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ. 2015. 22 с.
31. Вожегова Р. А. Економічна та енергетична ефективність вирощування насіння гороху посівного залежно від сортового складу, інокулянтів та захисту рослин [Електронний ресурс] / Р. А. Вожегова, С. С. Сорокунський // *Аграрні інновації.* 2021. № 7. С. 99-104.
32. Антипін Р.А. Оптимізація технологічних прийомів вирощування гороху в умовах правобережного Лісостепу України: автореф.

дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2007. 19 с.

33. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 78-83.

34. Глибокий О. М. Формування продуктивності сортів гороху залежно від умов вирощування в східному лісостепу України [Електронний ресурс] / О. М. Глибокий, С. В. Авраменко, С. І. Попов // *Генетичні ресурси рослин*. 2021. № 29. С. 113-122.

35. Дворецька С. П. Ефективність застосування рістстимуляторів та мікроелементів у технології вирощування гороху [Електронний ресурс] / С. П. Дворецька, О. Г. Любчич, Т. В. Каражбей, М. І. Шевчук // *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. Вип. 3. С. 70-77.

36. Рябокінь Т.М. Особливості формування урожаю сортів гороху різного морфотипу залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування в північній частині правобережного Лісостепу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Чабани. 2017. 20 с.

37. Пилипенко В.С. Управління формуванням продуктивності гороху за оптимізації системи удобрення в правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Київ, 2017. 23 с.

38. Дідур І. М. Вміст та співвідношення фотосинтетичних пігментів у прилистках гороху озимого за використання різних технологій вирощування [Електронний ресурс] / І. М. Дідур, В. В. Шевчук // *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 25. С. 24-32.

39. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України.

*Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія.* 2016. Вип. 9. С. 88-91.

40. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. д.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2006. 48 с.

41. Василенко А. О., Сокол Т. В., Безуглий І. [та ін. ] Потенціал зразків гороху за цінними господарськими ознаками. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва Селекція і насінництво*. Харків. 2015. №108. С.12-19.

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

43. Волкогон В.В., Журба М.А. Активність азотфіксації, емісія N<sub>2</sub>O та CO<sub>2</sub> в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. Вип. 18. С.16-26.

44. Савранчук В.В., Іщенко В.А. Вплив бактеріальних і біологічно активних препаратів на формування продуктивності рослинами гороху вусатого типу в Північному Степу. *Бюлетень ІСЗ НААН*. 2015. № 6. С. 119-125.

45. Коваленко О. А. Використання мікродобрив та біопрепаратів при вирощуванні гороху в зоні Південного Степу України [Електронний ресурс] / О. А. Коваленко, В. Д. Паламарчук // *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 22. С. 14-28.

46. Кірілеску О.Л., Мовчан К.І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2016. Вип. 82. С.127-132.

47. Дідур І.М., Захарчук В.В. Вплив елементів технології вирощування на врожайні показники зерна гороху. *Збірник наукових праць*

Вінницького національного аграрного університету "*Сільське господарство та лісівництво*". 2016. Вип. 4. С.56-61.

48. Беров Є.Д. Вплив мінімізації обробітку ґрунту під горох на його агрофізичні властивості в умовах південного Степу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. Вип. 92. Частина 1. С. 306-314.

49. Мостовенко В. В. Вивчення густоти стояння рослин та тривалості вегетаційного періоду гороху овочевого залежно від технологічних прийомів вирощування [Електронний ресурс] / В. В. Мостовенко // *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 17. С. 235-245.

50. Огнєва О. Є. Підтримка прийняття рішення для визначення показників економічної ефективності вирощування гороху овочевого [Електронний ресурс] // *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. № 4. С. 74-81.

51. Січкарь В.І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. *Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України* : міжнар. наук. конф., серпень 2016 : тези доп. Вінниця: Діло, 2016. С. 15-16.

52. Коблай С.В. Характер успадкування ознак продуктивності гороху у гібридів F1. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С. 63-73.

53. Попов С. І. Удосконалення біологізованих агроприйомів вирощування гороху в стаціонарній сівоzmіні [Електронний ресурс] / С. І. Попов, О. М. Глибокий // *Зернові культури*. 2021. Т. 5, № 1. С. 106-114.

54. Скидан М. С. Технологічні аспекти вирощування гороху у рисовій сівоzmіні в умовах Південного Степу України [Електронний ресурс] / М. С. Скидан, В. О. Скидан // *Вісник Харківського національного аграрного*

університету імені В. В. Докучаєва. Серія : Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів. 2020. № 1. С. 121-126.

55. Гирка А.Д., Ткаліч І.Д., Сидоренко Ю.Я. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах північного Степу України. *Науковий журнал Інституту зернових культур "Зернові культури"*. Дніпро. 2018. Том 2. №2. С. 267-273.

56. Телекало Н. В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного [Електронний ресурс] // *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 84-93.

57. Січкарь В.І., Хухлаєв І.І., Лаврова Г.Д. [та ін.]. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2012. Вип. 20(60). С. 110-125.

58. Телекало Н. В. Економічна оцінка ефективності технології вирощування гороху посівного [Електронний ресурс] // *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 63-71.

59. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення погоднокліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 38-43.

60. Телекало Н. В. Ефективність використання бактеріальних препаратів при вирощуванні гороху посівного [Електронний ресурс] // *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 127–140.

61. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Попов С.І. [та ін.] Каталог сортів і гібридів польових культур Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Харків. 2017. 77 с.

62. Каталог добрив Інтермаґ. 88с. URL [http://peko.net.ua/files\\_prices//Katalog\\_INTERMAG\\_2013.pdf](http://peko.net.ua/files_prices//Katalog_INTERMAG_2013.pdf).

63. Aksyonov, I. (2007). Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. *HELIA*. V. 30. (47). PP. 79-86.