

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА

РОБОТА

№1739 "СК" ОПП 2023.08.31

ШМИГЕЛЬСЬКИЙ МАКСИМ ОЛЕГОВИЧ

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет (ННІ) Агробіологічний

УДК 631.58:633.35

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету агробіологічний

_____ проф. В.П.Коваленко

“ ____ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри ґрунтознавства

_____ проф. В.О.Забалуєв

“ ____ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему **“Продуктивність гороху за використанням елементів точного землеробства”**

Спеціальність _____ 201 “Агрономія” _____

(код і назва)

(назва)

Освітня програма «Агрохімія і ґрунтознавство» _____

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук, професор _____

В.О.Забалуєв

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат с.-г. наук, _____

Л.О.Семенко

Виконав _____

М.О.Шмигельський

КИЇВ – 2024

Зміст

Вступ	5
Розділ 1.Особливості живлення та удобрення гороху(Огляд літератури).	6
1.1.Біологічна характеристика та особливості росту і розвитку рослин гороху	6
1.2.Урожайність та якість насіння гороху овочевого залежно від системи живлення та біологічно-активних речовин	13
1.3.Урожайність та якість зерна гороху залежно від елементів системи удобрення	20
Розділ 2.Характеристика господарства	28
2.1.Грунтово кліматичні умови господарства(середньорічні показники).....	28
2.2.Координати поля(дослід)	32
Розділ 3.Експериментальна частина	33
3.1.Аналіз карт індексу NDVI гороху на дослідному полі	33
3.2.Агрохімічний аналіз ґрунту дослідного поля	36
3.3.Структура гороху сорту НС Мороз.....	47
3.4.Урожайність гороху сорту НС Мороз.....	48
3.5.Біометричні показники гороху	50
Висновок	54
Список використаної літератури	56

Вступ

Технології точного землеробства набувають все більшого значення в сучасному сільському господарстві. Ці технології дозволяють оптимізувати процеси вирощування сільськогосподарських культур, що призводить до ефективного використання ресурсів, зниження впливу на навколишнє середовище та підвищення продуктивності. Горох (*Pisum sativum*) – одна з перспективних культур з високим потенціалом для точного землеробства. Горох є важливою білковою культурою, яка відіграє важливу роль у сільському господарстві завдяки своїм агрономічним характеристикам, таким як здатність фіксувати атмосферний азот, що допомагає зменшити потребу в азотних добривах.

Метою даного дослідження є аналіз впливу окремих елементів точного землеробства на продуктивність гороху. Серед цих елементів – точне внесення добрив, використання сучасних систем моніторингу вологості ґрунту, різні норми висіву та інші технології. У роботі проведено оцінку продуктивності гороху за умов впровадження цих технологій у різних агрокліматичних районах. Особлива увага приділяється адаптації методів точного землеробства до конкретних потреб цього вирощування.

Вивчення впливу точного землеробства на врожайність гороху є актуальним завданням, оскільки воно може підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва, мінімізувати витрати та сприяти сталому розвитку аграрного сектору. Успішне впровадження цих технологій могло б значно покращити економічні показники, а також зменшити вплив сільського господарства на навколишнє середовище.

Розділ 1. Особливості живлення та удобрення гороху

(огляд літератури)

1.1 Біологічна характеристика та особливості росту і розвитку рослин гороху.

Фенологічні фази росту та розвитку гороху.

Вегетаційний період. Для отримання високих врожаїв горохової продукції (насіння, зеленої маси, зеленого горошку, незрілих цукрових бобів) важлива тривалість вегетаційного періоду вирощування, що залежить від конкретних кліматичних особливостей регіону.

До вирощування сходів гороху в однакових температурних умовах і вологості різниці між сортами немає (за винятком деяких сортів). Проте на фоні весняного дефіциту вологи відмінності між сортами за цією ознакою стають більш виразними.

Зазвичай повні сходи (не менше 75% від кількості висіяного насіння) з'являються через 1-2 дні після ініціації (10% від кількості висіяного насіння). Нижча температура ґрунту та повітря зменшує легкість проростання, тим самим затримуючи повні сходи на 3-10 днів. Ці умови знижують схожість у полі, особливо насіння з вологістю вище 15%. Прогріте та сухе насіння, як правило, має підвищену енергію проростання, тому воно дає дружні сходи. У південних регіонах, де вологи не вистачає, швидко отримати достатньої густоти сходи особливо важко. Від цвітіння до дозрівання утворюється насіння, від якості якого залежить урожай наступного покоління. При значному недоліку вологи і підвищенні температури утворюються тонке насіння зі зниженою енергією та схожістю. У північних регіонах надлишок вологи і низькі температури затримують дозрівання насіння і роблять рослини більш сприйнятливими до захворювань, особливо грибкових. Сприятливі температурні умови і вологість сприяють формуванню якісного високоврожайного насіння. Тривалість загального вегетаційного періоду гороху 60-127 днів. Ранньостиглі зразки дозрівають за 57-67 днів, середньостиглі – 67-80 днів,

пізньостиглі – 82-90 днів. Період від цвітіння до дозрівання швидко скорочується через нестачу вологи та високу температуру (середня температура періоду від сходів до цвітіння пізньостиглого зразка становить 17,9°C, максимальна – 31,8°C). період від цвітіння до дозрівання становить 22,1°C і 34,5°C відповідно). Горох відноситься до рослин довгого дня, тому в північних районах період сходів і цвітіння коротший. Однак загальний вегетаційний період також залежить від тривалості періоду цвітіння-дозрівання, який у південних регіонах через високі температури закінчується значно раніше. Тому в деяких випадках кількість днів від сходів до дозрівання може бути однаковою в південних і північних районах нашої країни. Це відбувається, коли в північних регіонах через тривалість світлового дня відбувається прискорення етапу початку цвітіння, а в південних регіонах період від цвітіння до дозрівання скорочується через високі температури. Як правило, на півдні горох дозріває раніше за рахунок більшого скорочення періоду від цвітіння до стиглості в порівнянні з подовженням періоду від сходів до цвітіння. Вегетаційний період може бути скороченим у північних регіонах через сильну реакцію на збільшення світлового дня. Цей сорт невимогливий до тепла під час дозрівання.[1]

Етапи органогенезу. Щоб визначити деталі впливу на розвиток гороху, критично важливі експерименти, які можуть визначити послідовні процеси появи, формування та росту ембріональних і пізніх ембріональних органів. Все це генетично обумовлено і детерміновано функціональними, топографічними і морфологічними співвідношеннями організму, що розвивається. В якості основних критеріїв цих морфологічних, клітинно-фізіологічних та інших досліджень розглядалися зміни, що відбуваються в клітинах апікальної меристеми (відростка) і її похідних тканинах (репродуктивних тканинах органів розвитку).

I етап органогенезу в пагоні, що розвивається з насінини, характеризується утворенням зародкового конуса росту і завершенням проростання. У пазусі пагона починається з появи вторинної меристемної

маси в пазусі прилистника. Закінчується розкриттям першого листка бруньки. Усі основні фізіологічні функції виконують органи ембріона. Способи живлення в основному гетеротрофні з урахуванням поживних речовин, що зберігаються в насінні. З моменту вкорінення і появи сходів у проростків спостерігається гетеротрофна і автотрофна міксотрофія. Ця стадія триває 4-7 днів.

II етап, що відповідає фазі сходів, характеризується інтенсивним формуванням органів. В основі конуса наростання утворюються вирости, за винятком зародкового листка, справжніх стеблових листків і міжвузлів стебла. У пазухах над листками розміщуються бічні бруньки. Верхівкова брунька щільно закрита, а верхні прилистки рослини ще не розкрилися.

У гороху з бічними (пазушними) суцвіттями, процеси утворення і розширення міжвузлів відбуваються одночасно. Верхівковий конус росту головних і бічних гілок відбувається практично протягом усього онтогенезу, перебуває на II стадії органогенезу. З пазушних бруньок розвиваються органи розмноження (суцвіття, квітки). Це характерно для рослин з невизначеним ростом стебла.

Брунька, що не рухається в напрямку росту, вже має певну кількість зародкових листків, що характеризує її здібності. Ця ознака змінюється в онтогенезі, посилюючись до стадій VII-IX, після чого починає знижуватися.

Габітус рослин визначається особливостями II етапу органогенезу. Швидкість міграції сильно залежить від періоду репродуктивного розвитку. Отже, тривалість цієї стадії визначається вегетаційним періодом. Для середньостиглих сортів тривалість цього етапу становила 5–6 днів у посушливі роки та 15–29 днів у пізньостиглі. У більш сприятливі за вологістю роки II стадія для середньостиглих сортів тривала 5–10 днів, для пізньостиглих — 19–32 дні.

III етап характеризується утворенням бічного конуса вторинного осьового росту, причому вершина конуса росту збільшується біля основи. Подальша диференціація призводить до утворення осі суцвіття. У гороху III

стадію важко відрізнити від наступної, оскільки суцвіття зазвичай мають одну або дві квітки. Тривалість стадії III залежить від сорту, коливається від 1 до 6 днів у посушливі роки та від 1 до 9 днів у вологі роки.

IV етап характеризується формуванням генеративної сфери рослини. III і IV стадії суцвіть гороху розвиваються швидко і майже одночасно. Генеративна фаза гороху відрізняється від вегетативної лише тим, що в пазухах листків утворюються суцвіття, а не вегетативні пагони. Вершина конуса продовжує утворювати нові листки та репродуктивні листки в пазухах.

Середньостиглі сорти вступають у цю фазу з 5—6 листками, а пізньостиглі — з 10—12 листками.

V етап органогенезу - перетворення квіткових бульбочок. Квітка має три підстадії: V0 - закладання чашолистка, середня частина горбка ще гладка і недиференційована; V1 - створення та зростання тичинки, маточки і пелюстки, але квітка все ще відкрита. V2 - прискорене зростання, завдяки чашолисткам квітка повністю вкривається чашолистками (це бутон, прихований листочками чашечки). Подальша диференціація тичинки і маточки триває, а кінці плодолистків ще не зрослися.

VI етап органогенезу визначається пилком. У пиляках утворюються тетрадні клітини, а потім одноядерні клітини. Г. А. Дмитрієва (1968), бутони гороху середньоевропейської агроекологічної групи в залежності від сорту поділяється на дві підстадії із середнім розміром 2,08–2,50 мм, на початку VI стадії 4,34–4,6 мм 6,16 до 7 мм. Розмір пелюсток цих сортів не перевищує довжину тичинки і маточки, хоча вітрила, крила та човники починають диференціюватися. Тичинкові нитки першого кола (зовнішнього) довші за пильовики, нитки у другому колі (внутрішньому) коротші. Прилисток, зав'язь і рильце морфологічно відокремлені один від одного. Краї плодолистків вже зрослися, а прилистки починають розкриватися раніше листків, тому верхівкові нирки стають пухкими.

VII етап характеризується утворенням чоловічих і жіночих

гематофітів. Пилок на цій стадії двоядерний. Стимулюється ріст усіх органів квітки, головним чином тичинкової трубки та елементів віночка. Різниця в розмірах і формі пелюсток чітко помітна. На рильці з'являється волоски.

VIII етап органогенезу відповідає бутонізації. Віночок виступає за край більше половини склянки. Пелюстки набувають характерне різноманітне забарвлення. Наприкінці цієї стадії пильовики лопаються і відбувається самозапилення; Зав'язь і стовпчик утворюють кут (прямий або тупий), тичинкові нитки зігнуті під таким же кутом.

IX етап збігається зі стадією цвітіння. Запліднення вже відбулося, і зав'язь інтенсивно росте. На цьому етапі можна визначити потенційні можливості для продуктивності (кількість плодових вузлів, кількість квіток на плодових вузлах).

X етап характеризується зростанням стулок бобу в довжину і ширину, і плід досягає стадії плоского боба («лопаткової»). Органи утворюються одночасно із зачатком насіння. Тривалість V-X етапів органогенезу різна між сортами. 12-26 днів при поганому водопостачанні, 14-29 днів при хорошому водопостачанні.

XI етап характеризується інтенсивним надходженням пластичних речовин від навколоплідника до сім'ядолей, що призводить до значного збільшення розміру насіння, тоншої стінки плоду та меншого вмісту вологи.

XII етап збігається зі стадією дозрівання (третя стадія наливу насіння), ближче до кінця якої розмір насіння зменшується, а стулок боба стає шкірястим. Наприкінці цього періоду пластичні речовини сім'ядолей відтікають із листка бобу, насінневої оболонки, вегетативних органів рослини, протікають біохімічні процеси, а простіші низькомолекулярні речовини перетворюються на складні запаси.

Однорічні рослини відмирають і готують наступне покоління (зріле насіння із зародками). Це кінець онтогенезу рослини і водночас початок наступного покоління.

У практичній роботі немає необхідності аналізувати всі 12 етапів

органогенезу, а достатньо виділити три основні періоди онтогенезу, виходячи з функціонального значення органогенезу. Перший етап (відповідає I і II етапам органогенезу) – формування і ріст вегетативних органів (коріння, стебла, листя).

Ці органи виконують головним чином функції живлення, зокрема дихання, водопостачання, синтез і рух органічних речовин у рослинах. Другий етап (відповідає III-VIII етапам органогенезу) - формування органів розмноження (суцвіть і квіток), диференціація, ріст, підготовка і забезпечення процесу запліднення. Третій етап (відповідає IX-XII етапам органогенезу) - формування, ріст і дозрівання органів розмноження (бобів і насіння). Така періодизація дуже зручна і відображає основні особливості органогенезу.

Одночасні дослідження фотоперіодичних реакцій і онтогенетичних стадій дозволили точніше визначити розвиток рослин, ніж при розгляді фенотипів. Спостерігалася рання диференціація і пов'язаний з цим швидкий перехід до репродуктивного розвитку навіть при несприятливих фотоперіодичних умовах.

Ця особливість пов'язана з наявністю в насінні великої кількості поживних речовин, що визначає потенціал їх розвитку навіть в умовах, коли кореневе живлення і фотосинтез виключені (при вирощуванні в темряві і з дистильованою водою). У цьому контексті фотоперіодична реакція менш чітка у ранньостиглих крупнонасінних сортів гороху.

Визначивши роль постачання насіння поживними речовинами, ми можемо зрозуміти, чому горох найбільш чутливий до світла на стадіях формування та дозрівання бобів і насіння. Оскільки попередні поживні речовини вже повністю витрачені, рослини більш чутливі до змін факторів навколишнього середовища, зокрема світла . [1]

Відношення до світла. Фотоперіодичний відгук гороху тісно пов'язаний зі спектральним складом світла. Рослини, які віддають перевагу 24-годинному освітленню, швидше увійдуть у фазу розмноження, якщо

отримають додаткове червоне світло. Переважання довгохвильових променів у спектральному складі світла сприяє прискоренню розвитку гороху.

Найбільш сприятлива температура для формування репродуктивних органів 16-20 °С, для розвитку бобів і наливу насіння - 22-16 °С. Температура вище 26°С негативно впливає на врожай і якість, гороху призначеного для консервування.

Відмінності в темпах росту зумовлені особливостями сорту та умовами вирощування, головним з яких є температура. Встановлено, що при регулярному посіві з весни до пізньої осені швидкість росту знижується, як тільки температура знижується, а при підвищенні температури позитивний ефект проявляється лише через 1-2 дні.

Ці експерименти також показали, що загальна кількість плюсової температури, необхідної перед цвітінням гороху, змінювалася залежно від часу посіву. Найменша кількість тепла була потрібна на ранніх термінах сівби, трохи більше на середніх, найбільша на пізніх . [2]

Тепло. Горох не вимагає тепла. Насіння почне проростати при температурі 1-2°С при достатній кількості вологи і повітря. Це мінімальна температура для проростання, а для нормального росту розсади і формування вегетативних органів потрібна температура 2-3°С і вище. Тому біологічний мінімум температури становить 4-5 °С.

При температурі 1-2 °С насіння проростає дуже повільно (12-20 днів) і сходи становляться слабкішими. Деякі сорти мають різке зниження схожості при найнижчих температурах. При підвищенні температури до 10°С (цю температуру зазвичай регулюють на початку посіву гороху на зерно, до прогрівання ґрунту) кількість днів, необхідних для проростання, скорочуються до 3-7 днів.

При температурі 18-25 °С період проростання насіння мінімальний (3-5 днів). Однак є багато середньостиглих сортів із середнім розміром насіння. При вирощуванні в таких температурних умовах відбувається перехід до репродуктивного розвитку, а деякі пізньостиглі сорти не можуть закладати

репродуктивні органи до кінця вегетації.

Коефіцієнт кореляції між періодом від сівби до вирощування сходів і середньодобовою температурою від'ємний, у середньому $r = -0,80-0,98$ (за умов достатнього зволоження та забезпечення повітрям).

Оптимальна температура під час формування вегетативних органів 12-16 °С. При температурі вище 25 °С процес проростання і росту сповільнюється, а вище 35 °С припиняється. За низьких температур (нижче 10 °С) і близьких до максимальних температур (35 °С) стресові умови можуть призвести до пошкодження бактеріями та іншими мікроорганізмами. Встановлено, що сходи більшості сортів гороху здатні витримувати короткочасне зниження температури до 4-6 °С. [2,3,4]

1.2. Урожайність та якість насіння гороху овочевого залежно від системи живлення та біологічно-активних речовин.

Насінневий горох поглинає значну кількість поживних речовин із ґрунту. За даними О.І. Зінченка та інших авторів[5], для формування 1 ц зерна горох засвоює з ґрунту таку кількість поживних речовин: азот - 4,5 кг, калій - 2-3 кг, кальцій - 2,5-3 кг. кг, магнію - 0,8-1,3 кг, а також мікроелементів: молібдену, бору та ін. Високий вміст поживних речовин із ґрунту зумовлений головним чином високим вмістом білків, вуглеводів і жирів у кінцевому врожаї гороху. За швидкістю виносу азоту горох поступається лише таким енергоємним культурам, як соя, соняшник, рицина. [6,7]

Для отримання високих урожаїв горох необхідно забезпечити достатньою кількістю азоту. За допомогою ізотопних методів було продемонстровано, що горох має високу здатність до азотфіксації. Горох фіксує до 80% загального азоту, накопиченого з атмосферного азоту. Найбільш активна фіксація азоту відбувається при співвідношенні калію і фосфору 2,5:1 і низькій концентрації азоту в ґрунті.

Зі збільшенням дози азоту фіксація азоту припиняється, навіть коли

співвідношення калію і фосфору знаходиться на оптимальному рівні. [8] Численні досліді науково-дослідних установ і передових промислових виробників показали ефективність внесення фосфорних, калійних, азотних, а в деяких випадках і органічних добрив під посіви бобових культур, зокрема гороху та їх попередників. Було показано, що правильне застосування сприяє, а не гальмує фіксацію азоту бульбочковими бактеріями. [9]

Британські вчені вважають, що удобрювати горох навіть при виснаженні ґрунту не можна, оскільки бульбочкові бактерії не розвиваються, а внесення добрив неефективне. На їхню думку, застосування азотних добрив виправдане в невеликих кількостях (N10-30) і лише у випадках пізньої сівби гороху .[10]

Внесення азотно-фосфорних мінеральних добрив на середньосуглинистих ґрунтах, темно-каштанових призводить до інтенсивнішого утворення бульбочок на коренях гороху овочевого, збільшення кількості бульбочок і накопичення хлорофілу на листках. Під впливом неорганічних добрив значно підвищується врожайність бобів, покращується якість гороху за рахунок підвищення цукристості та зниження крохмалю, а також покращується якість консервів .[11]

Для підвищення ефективності збирання гороху після посіву вносять амофосне або суперфосфатне вапно, багате на бор і молібден. Норма P₂O₅ при цьому 10–20 ц/га .[12]

Бор є необхідним елементом для мінерального живлення рослин. всі вони містять бор. Крім того, залежно від виду рослини, ґрунтово-кліматичних умов кількість бору в рослинах коливається в досить широких межах. Якщо суха маса зернових культур містить лише 1-3 мг бору на кг сухої маси рослини, то листя соняшнику містить 30-60 мг бору на кг.[13]

Яка функція бору в живленні рослин? Перш за все, його дія тісно пов'язана з окисно-відновними процесами в організмі, обміном вуглеводів, білків і нуклеїнових кислот. Це цінне дослідження було проведено безпосередньо співробітниками «Ботанічного інституту АН імені В.Л.

Оскільки бор присутній у рослинних тканинах, він може утворювати комплексні сполуки з органічними оксикислотами, вуглеводами та багатоатомними спиртами [14]

Вітаміни (рибофлавін і аскорбінова кислота) також утворюють комплекси з бором. Багатьма дослідженнями встановлено вплив бору на активність таких ферментів, як каталаза, дегідратаза, інвертаза. Наприклад, бор підвищує гідролітичну активність ферменту інвертази, що сприяє переміщенню цукрів із листя цукрових буряків до коренів. Бор збільшує надходження цукрів до точок росту рослин, коренів, квітів і плодів. Відомо, що цукрові комплекси бору проходять через тканини швидше, ніж цукри в чистому вигляді. Нестача бору в поживних речовинах рослин уповільнює синтез білка і нуклеїнових кислот. Бор також впливає на осмотичні процеси і колоїдну гідратацію. Бор позитивно впливає на стійкість рослин до посухи та засолення. Дефіцит бору знижує вміст у листі вітамінів аскорбінової кислоти, тіаміну, рибофлавіну.[12]

Бор відіграє важливу роль у процесі запліднення рослин. Бор сприяє проростанню пилку, росту пилкової трубки та необхідний для формування життєвого циклу пилку. Бор сприятливий для насінневої продуктивності багатьох сільськогосподарських культур, а також для утворення плодів і ягід у плодових деревах і ягідників, оскільки нестача бору спричиняє уповільнення нормального розвитку зав'язі та ускладнення процесу дозрівання насіння .[15]

Горох сприятливо реагує на внесення борних добрив. Бор відіграє важливу роль у синтезі вуглеводів. Це необхідно для встановлення нормальних симбіотичних відносин між ризобіями та рослинами. Поєднання бору і молібдену дає найкращі результати. Це тому, що молібден необхідний для біохімічного процесу фіксації молекулярного азоту.

Молібденові добрива все частіше використовують при вирощуванні бобових, овочевих та інших культур. Це пояснюється тим, що молібден істотно впливає на обмін азоту в азотфіксуючих рослинах, бактеріях, деяких

водоростях і грибах. Молибден бере участь у фіксації молекулярного азоту бульбочковими бактеріями, які живуть у симбіозі з бобовими. Він також є активним компонентом ферментів, які відновлюють нітрати в тканинах до аміаку, який далі використовується в процесі утворення амінокислот і білків. Молибден бере участь в окислювально-відновних реакціях, змінюючи свою валентність, і є важливою ланкою в транспортному ланцюзі елементів від окисленого субстрату (донора електронів або водню) до відновленої речовини (протора електронів або водню). [16]

Роль молибдену полягає у збільшенні активності флавопротеїдних ферментів, головним чином пов'язаних з обміном азоту, і певним чином бере участь у ферментативній активації молекулярного водню, який бере участь у відновленні азоту. [13]

Бульбочки бобових культур, де молекулярна фіксація здійснюється азотом, містять більше молибдену, ніж інші тканини бобових. Так за даними деяких авторів, зелена маса бобових культур містить 1,9-389,1 мг молибдену на кг, а коренеплоди конюшини і люпину містять 11-17 мг на кг свіжої маси. [13]

Горох дуже добре реагує на застосування молибденових добрив. Молибден підвищує врожайність і вміст білка в зеленій масі і зерні гороху. Посилюється зв'язування атмосферного азоту бульбочковими бактеріями, які співіснують з рослинами. Горох, оброблений молибденом, має більше корневих залишків і зв'язаного азоту в ґрунті, що підвищує родючість ґрунту та врожайність культур, які слідує за горохом. Застосування молибдену при передпосівній обробці насіння позитивно впливає на врожайність зерна гороху. На практиці встановлено, що для обробки насіння перед посівом ефективніше використовувати молибденові добрива, особливо в поєднанні з сухими добривами. Для обприскування насіння гороху розчиняють 25-50 г молибденового амонію в 2 л води. На 10 т гороху обприскувати 20 л розчину або розсипати по насінню в два прийоми, добре перемішуючи лійкою. Розчин молибдену повинен поглинатися насінням. [16]

Хороші результати дають також подрібнені молібденові добрива в поєднанні з бордатолітом і фунгіцидами при дрібному внесенні під насіння гороху. Молібден позитивно впливає на утворення бульбочок коренів гороху, а самі бульбочки рожевіють. Це може бути пов'язано з утворенням гемоглобіну в корневих бульбочках. Оброблені рослини менше страждають від грибкових захворювань. Урожайність зростає майже вдвічі. [13]

Сучасним напрямком підвищення врожайності та якості гороху є впровадження енергозберігаючих технологій шляхом застосування регуляторів росту рослин [17]

Для рослин мікроелементи і біологічно активні речовини, поряд з мікродобривами і регуляторами росту рослин постачання дуже важливо. Сучасна технологія вирощування стала істотним елементом культур, особливо при виведенні нових високоврожайних сортів зернобобових культур в тому числі гороху. [18]

Сьогодні через високу вартість мінеральних добрив система живлення в основному зведена до двох компонентів: посіву насіння та позакореневого підживлення рослин. Навіть посівні добрива використовують у технологіях вирощування рослин, які застосовуються не у всіх господарствах. Тому необхідно було зосередитися на цьому напрямі досліджень. [19]

Завдяки дослідженням вчені виявили, що синтетичні стимулятори росту рослин можуть впливати на проростання насіння, фотосинтез, транспортування матеріалу, морфогенетичні процеси (поліпшення повноти та розміру плодів), абіотичні фактори (дефіцит води, низькі або високі температури) та біотичні фактори що сприяє стійкості рослин до шкідливих агентів (шкідників). [18,19]

Фундаментальні дослідження також встановили, що регулятори росту рослин у поєднанні з гербіцидами, інсектицидами та фунгіцидами можуть зменшити норми застосування пестицидів на 20-25% без зниження захисту. [20]

Останнім часом в Україні та багатьох інших країнах розроблено нове

покоління біостимуляторів, які дозволяють підвищити врожайність основних сільськогосподарських культур на 20-30% за рахунок підвищення якості вирощуваної продукції. [21]

Багато вітчизняних біостимуляторів виявилися перевершуючими, якщо не менш ефективними за технологією застосування відомих зарубіжних біостимуляторів. Так, за результатами багаторічних випробувань найкращі українські біостимулятори в Китаї, Німеччині, Казахстані та Білорусі визнані ефективнішими закордонних. Тому його впровадження в цих країнах почалося після відповідної реєстрації. [22]

Згідно з дослідженням Є.М.Коліус, [23] вирощування насіння овочевих рослин контролюючими органами тобто підвищується енергія проростання та польова схожість огірків, капусти, томатів, баклажанів, перцю, моркви, столових буряків, цибулі, кавунів, динь тощо, що сприяє появі дружніх сходів. Прискорюється ранній ріст і розвиток рослин в початковий період: посилюється ріст перших коренів і бічних гілок, збільшується площа листової поверхні, стимулюється вміст хлорофілу в листках, стимулюється фізіологічний процес. При обробці рослин стимулятори росту також прискорюють цвітіння, збільшують кількість квіток і дозрівання плодів. [24]

Доведено позитивний вплив регуляторів росту на життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, включаючи сприяння розвитку фосформобілізуючих бактерій, бульбочкових бактерій і симбіотичних бактерій, посилюючи активність фосфатів і потенційно діючи як ґрунтові антибіотики. Одним із ключових елементів у технології підвищення врожайності сільськогосподарської продукції є регулятори росту і розвитку рослин, які в дуже невеликих кількостях можуть значно підвищити рівень життєдіяльності рослин і посилити їх стійкість до хвороб, шкідників і несприятливих умов навколишнього середовища тим самим може сприяти підвищенню продуктивності та якості врожаю. [25]

Фундаментальні дослідження показують, що поєднання регуляторів росту рослин із сучасними гербіцидами та інсектицидами та фунгіцидами

дозволяє знизити використання пестицидів на 20-25% на гектар посівів без шкоди для захисту. Тому застосування регуляторів росту рослин для обробки насіннєвого матеріалу та рослин у період вегетації є надійним чинником покращення біологічних властивостей насіння та продуктивності посівів. Цей технологічний елемент придатний як неодмінний елемент технології вирощування овочів. [22]

Норми внесення добрив розраховують за даними пестицидних обстежень ґрунту з урахуванням планового виносу елементів живлення, урожайності, вмісту елементів живлення в ґрунті, попередників і сорту гороху. Для забезпечення врожайності зеленої горошки необхідно підживити азотними добривами (N) 60-80 кг/га, фосфорними (P₂O₅) 70-80 кг/га і калійними (K₂O) 80-90 кг/га. Фосфор засвоюють у передпосівних (P₆₀-80) і калійних (K₅₀-60) добривах. Під горох бажано додати молібденизоване суперфосфатне вапно. [26]

Як підвищити врожайність і рівень овочевого гороху

Використання мікроелементів бору і молібдену в поєднанні з мікробіологічними добривами дозволяє здійснити азотфіксацію. Такий спосіб підвищення врожайності шляхом дозування малих кількостей факторів (Bo, Mo), що використовуються при передпосівній обробці насіння, є екологічно чистим, енергетично та економічно вигідним. Однак однією з причин зволікання з подальшим розширенням посівних площ овочів та інших сортів є відносно низький коефіцієнт відтворення гороху (1:10-1:13). Тому необхідно шукати шляхи підвищення відтворювальної здатності за допомогою вдосконалення агротехніки вирощування цієї культури. [27]

Дослідження насіннєвої продуктивності гороху овочевого показало, що бор і молібден значно покращують біометричні показники. Висота рослини збільшується на 8-17 см, покращуючи умови освітлення та вентиляції рослини. Кількість складних листків збільшується на 5-12%, а площа асиміляційних поверхонь збільшується на 12-21%. При цьому спостерігалось збільшення міцності асиміляційного поверхневого шару та кількості

внутрішньоклітинних хлоропластів. Урожайність підвищилася за рахунок збільшення кількості бобів на рослині та кількості зерна, що утворюється на бобі. Урожайність гороху овочевого залежить від комплексу факторів технології вирощування, серед яких строк сівби забезпечує оптимальне формування листкової площі та тривалість фотосинтетичної діяльності. [28,29]

1.3.Урожайність та якість зерна гороху залежно від елементів системи удобрення.

Високі врожаї польових культур залежать від надходження в рослину елементів живлення та їх використання з продуктами фотосинтезу та симбіотичної азотфіксації.

Основою високоврожайної технології є вдосконалена система удобрення гороху . [30]Особливості мінерального живлення гороху зумовлені його специфічними біологічними властивостями, а саме відносно слабкою реакцією на фактори збагачення, головним чином на підвищення норми мінеральних добрив.

Незважаючи на значні теоретичні та експериментальні дослідження, питання удобрення гороху залишається неясним і дискусійним. Кожен елемент мінерального живлення має певне значення. Дефіцит будь-якого з них призводить до порушення обмінних і фізіологічних процесів рослини, погіршення росту і розвитку, зниження врожаю і якості. Тому актуальним було дослідження формування найважливіших макро- і мікроелементів та їх вплив на урожайність гороху.

Горох має порівняно короткий вегетаційний період і слабо розвинену кореневу систему.Тому для неї характерна підвищена потреба в поживних речовинах.На формування 1 ц насіння та відповідну кількість соломи горох використовує 4,5-6,0 кг азоту, 1,7-2,0 кг фосфору, 3,8-4,0 кг калію і 2,5-3,0 кг кальцію,магній 0,8-1,3 кг, сірка, мікроелементи (в основному молібден і бор).Формування врожайності зерна на рівні 4,0 т/га горох виносить із ґрунту 240-

260 кг азоту, 48-50 кг фосфору, майже 80 кг калію. [31]

При вирощуванні гороху в родючому ґрунті з вмістом понад 150 мг/кг ґрунту. Високі врожаї отримують завдяки наявності в ґрунті доступних форм фосфору і калію. Низький вміст (менше 100 мг/кг) у бідних ґрунтах містить фосфор і калій, тому слід вносити добрива.[32] При внесенні мінерального азоту рослини переходять на його споживання при цьому бульбочки не утворюються. Хоча відомо, що азотні сполуки негативно впливають на бобово-ризобіальний комплекс на всіх етапах формування та функціонування симбіозу, починаючи з утворення ризосфери та бульбочок, і закінчуючи процесом активної азотфіксації. [33]Горох потребує переходу на азотне підживлення та внесення мінеральних добрив, оскільки велика кількість азотних добрив пригнічує ріст ризобій і знижує активність азотфіксації .Ці дослідження проводились з 2011 по 2013 рр. на дослідному полі Полтавської ДСГДС імені М. І. Вавилова І. С. та АПВ на чорноземі типовому впродовж 2011-2013 рр. Виявлено, що найбільш сприятливими умовами для формування азотфіксуючого симбіотичного апарату є важкі гумусні суглинки. Поєднуючи інокуляцію насіння стандартним мінеральним добривом Р70К82 перед посівом. Внесення мінерального азоту негативно впливає на симбіотичний зв'язок між горохом і ризобіями .Рекомендації щодо більших або менших норм внесення азотних добрив є досить суперечливими.[34]

Процес азотфіксації починається у фазі 2-3 листків і протікає найбільш інтенсивніше засвоєння елементів мінерального живлення відбувається під час цвітіння, тобто на початковому етапі формування бобів. У цей час фіксація азоту в горосі досягає максимуму. Існують різні дані щодо ступеня симбіотичної фіксації. За вегетаційний період горох фіксує 40–90 кг і 80 кг азоту з повітря. За даними В.Січкаря , завдяки симбіотичній азотфіксації горох за вегетаційний період фіксує приблизно 100 кг/га д.р. азоту. За даними інших дослідників, горох може зв'язувати азот повітря у кількості 100–150 кг/га д.р. У деяких дослідженнях цей показник зріс до 125-480 кг/га д.р.[35]

Водночас дослідники вказують на те, що висока забезпеченість фосфору та калію призводить до недостатнього забезпечення рослин гороху азотом на етапі інтенсивного росту та наливу зерна. [36]

За даними Інституту Фізіології рослин і генетики НАН України, застосування бактеріальних добрив дає значний ефект. Варіант обробки насіння ризобіофітом підвищив урожайність гороху на 4,6 ц/га (14,2%). Внесення в ґрунт аміачної селітри (N60) пригнічує симбіотичну активність бульбочок і знижує врожайність на 3,6 ц/га порівняно з варіантом із використанням ризобіофіту. Це позитивно впливає на активність симбіотичної азотфіксації з використанням побічних добрив. [37]

Обробка насіння ризобіальними препаратами підвищує врожайність зерна на 1,5–3,0 т/га. [38]

За результатами аналізу виявилось, що внесення мінеральних азотних добрив під горох немає, тому є консенсус щодо внесення неорганічного азоту. Деякі дослідники вважають, що рослини можуть забезпечити достатню кількість азоту шляхом фіксації азоту з повітря. Інші дослідники стверджують, що важливо вносити ранні дози азотних добрив до початку симбіотичної фіксації (протягом 15-25 днів після сходів), оскільки поживні речовини забезпечуються за рахунок азоту ґрунту. Третя думка полягає в тому, що для отримання високого врожаю зерна гороху (4,0-5,0 т/га) необхідно переходити на живлення з неорганічних азотних добрив, оскільки рівень азотфіксації в цьому випадку недостатній. [39]

Застосування фосфорних добрив стимулює ріст кореневої системи та життєдіяльність ризобактерій, зменшуючи негативний вплив азоту на процес бульбоутворення. Бульбочки переводять важкорозчинні сполуки фосфору, щоб бути доступними для засвоєння рослиною гороху. Іншими словами, симбіотичні бактерії гороху і бульби покращують постачання рослини не тільки азотом, а й фосфором. Дефіцит цього елемента в ґрунті перешкоджає формуванню органів розмноження і збільшує термін дозрівання зерна. Фосфор підвищує стійкість рослин, сприйнятливих до посухи, низьких

температур і хвороб . При недостатньому забезпеченні рослин фосфором засвоєння азоту знижується і навпаки . [40]

Калійне добриво підвищує посухостійкість, покращує вуглеводний обмін і пересування вуглеводів, а також стимулює інші важливі функції клітин рослин. Крім того, він нормалізує азотне і фосфорне живлення рослин гороху. Є дані, що дефіцит калію призводить до зниження вмісту білка в зерні. Внесення калійних добрив у стандартні азотно-фосфорні ґрунти К60 підвищує врожайність на 0,23-0,67 т/га . За даними Ю.А.Злобіної , калій позитивно впливає на вміст білка в зерні. Підживлення гороху калійними добривами, що містять хлор, не рекомендується . [41]

Магній входить до складу хлорофілу, який позитивно впливає на життєдіяльність бульбочкових бактерій і бере участь у зв'язуванні багатьох речовин обміну . На ґрунтах із низьким вмістом магнію (менше 20-50 мг/кг ґрунту) рекомендується внесення магнієвих добрив у нормі 30-40 кг/га MgO . Підвищується доступність ґрунту, вважають білоруські дослідники.[42]

За даними білоруських дослідників визначення обмінного Mg від I до III рівнів (46–50–138–147 мг Mg/кг ґрунту) обумовило підвищення урожайності зерна гороху в контрольному варіанті без добрив з 29,2 до 39,8 ц/га. Варіанти з позакореневим підживленням сульфатом магнію мають найвищий рівень урожайності отримана за II рівня забезпеченості ґрунту обмінним магнієм. У варіанті $N_{30}P_{60}K_{120}+S_{36}+Mg_{1,5}$ отримано максимальну врожайність 50,7 ц/га. Внесення 36 кг/га сірки підвищило врожайність гороху. Вміст обмінного магнію в ґрунті знижується на 4,6 ц/га за I рівня та на 3,0 ц/га за II рівня. Сприяло позакореневе підживлення сульфатом магнію в дозах 1,0 кг/га та 1,5 кг/га. Значна прибавка зерна на I рівні – 6,1-6,6 т/га, на II рівні – 4,1-5,1 т/га. Не спостерігалось істотної різниці між дозами Mg ц/га 1,0 кг/га та 1,5 кг/га . [43]

Зернобобові культури відносяться до середньо вимогливих до забезпечення сіркою. За вегетаційний період горох поглинає 20-40 кг цієї кількості з гектара мікроелемента. Сірка є одним з основних компонентів

білка. Не можлива високоефективна дія азоту на ріст урожайності без достатнього забезпечення сіркою.

За ступенем засвоєння рослинами сірка посідає четверте місце після азоту,калію і фосфору. Рослини поглинають сірку протягом вегетаційного періоду і, перш за все, до фази цвітіння.[44]

За результатами досліджень ННЦ «Інститут землеробства НАН України»Внесення азотних добрив у підживлення на IV та IX етапах органогенезу забезпечує прибавку до урожайності на 0,54–1,10 т/га.[45]

Існують дуже різні рекомендації щодо норм внесення мінеральних добрив під горох. Невідповідність параметрів внесення пояснюється відмінностями в ґрунтово-кліматичних умовах вирощування і сортами,моделями технологій вирощування.

В умовах північного Степу щоб отримати врожайність на рівні 2,2 т/га рекомендується вносити невелику кількість добрива – N30P30K30. В умовах лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому доцільно вносити N30P45K45 з подальшим підживленням рослин у фазі гілкування N15,що дає змогу підвищити врожайність до 3,67 т/га.[46]

Мартинюк О.М. для отримання врожайності зерна на рівні 3,0-3,5 т/га в умовах західного Лісостепу рекомендується до осені внести P₄₀K₆₀ та N₂₀ перед сівбою.

Найвищу врожайність гороху отримали сорти Чекбек (3,81 т/га) і Клеопатра (4,23 т/га). забезпечив проект технології,який включав внесення мінеральних добрив у дозах N₁₅P₆₀K₉₀ у поєднанні з дворазовим підживленням азотними добривами по N15 і внесення рістстимулюючого препарату «Росток» з обробкою насіння поліштамом та застосування інтегрованої системи захисту посіву . [47]

Дослідники М. І. Бакмат і К. С. Небаба пропонують застосовувати стандартні мінеральні добрива N₃₀P₃₀K₄₅ в умовах західного Лісостепу . [48]

Найвищі рівні врожайності сортів гороху безлистих морфотипів Дамир

2 (3,67 т/га) та Модус (3,08 т/га), листових морфотипів Елегант (3,46 т/га) та Світязь (3,27 т/га). Рівень урожайності досягається прийомом. повного внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{60}$.[49]

За даними С.П.Дворецької та В.Ф.Камінського , найбільш сприятливі високі врожаї сортів гороху Вінець (3,5-3,6 т/га), Готівський (3,6-3,7 т/га) і Камелот (3,5-3,6 т/га). умови формування розроблено у варіантах, у яких $N_{45}P_{60}K_{60}$ та $N_{30}P_{60}K_{60} + N_{15}$ вносили з удобренням на VII етапі органогенезу. За внесення мінеральних добрив урожайність підвищувалася в межах 0,27-1,09 т/га, а за передпосівної інокуляції насіння на 0,11-0,41 т/га. Застосування стимулятора росту Росток гарантувало прибавку врожаю на 0,03-0,20 т/га.

У Білорусі найефективнішою нормою внесення мінеральних добрив під горох була $N_{30}P_{75}K_{120}$ з урожайністю 34,6 ц/га .[50]

За іншими даними, найвища врожайність гороху становила 2,71 т/га за внесення $N_{50}P_{70}K_{40}$.[51]

Оптимальним за впливом на продукційний процес (3,5 т/га) є вирощування гороху за норм мінеральних добрив, що не перевищують $N_{60}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з ризогуміном [248]. Таку ж норму мінеральних добрив для одержання врожайності сортів Вінничанин та Світязь на рівні 3,55 т/га пропонує вносити Р.А. Антипін.[52]

За даними Н. В. Телекало , оптимальною кількістю добрив є $N_{45}P_{60}K_{60}$. У дослідженні Т.М.Рябоконець під горох рекомендуються підвищені норми внесення азотних і фосфорних добрив $N_{45}P_{60}K_{90} + N_{15}$.

Урожайність зазвичай підвищується при застосуванні мінеральних добрив $N_{20}P_{70}K_{82}$ і 0,46 т/га порівняно з неудобреним варіантом.[53]

Пилипенко В.С. для отримання врожаю 4,0-4,5 т/га в умовах гороху правобережного Лісостепу рекомендує наступну систему удобрення. Внесіть добриво $N_{30}P_{60}K_{60}$ як основне добриво та позакореневе обприскування в кілька доз протягом вегетації - $N_{10}P_{10}$ ввсн 12-13 + $N_{10}R_{10}$ ввсн 60-69.

Внесення фосфорних і калійних добрив підвищувало врожайність

залежно від сорту на 0,1-0,3 т/га. Прибавка за повного внесення мінеральних добрив становила 0,5 т/га (24%). Найбільший приріст урожаю при внесенні добрив виявлено у сортів Фараон і Спартак . [54]

В умовах північно-східного Лісостепу України передпосівна інокуляція насіння бактеріальним препаратом ризогумін та внесення повних мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищує врожайність зерна до 2,82 т/га порівняно з контрольною групою. 0,8 т/га .[55]

Доцільно диференціювати внесення добрив відповідно до одного запланованого рівня врожайності, і це зрозуміло з результатів багатьох досліджень. Так, Камінський В. Ф. рекомендує вносити більші відсотки добрив $N_{45}P_{60}K_{60-90}$ і $N_{15-30}P_{30-45}K_{30}$ при недостатньому ресурсному забезпеченні для реалізації максимального потенціалу продуктивності сортів гороху я пропоную знизити його до - $N_{15-30}P_{30-45}K_{30-60}$. [56]

За деякими даними, слід зазначити, що ефективність добрив низька. Дійсно, в умовах Київської області еталонним для застосування є сорт гороху Харківський в дозі $N_{45}P_{90}K_{90}$ утворив лише 2,28 т/га .В умовах північної частини правобережного Лісостепу на сірому лісовому ґрунті рекомендується вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{60}K_{90} + N_{15}$ у підживлення в фазі інтенсивного росту, що забезпечує у сприятливі роки врожайність на рівні 5,41 т/га.[57]

Для отримання врожайності зерна 4,54 – 4,89 т/га рекомендована система удобрення на основі азоту ($N_{60-90}P_{20-30}K_{30-45}$) .

У дослідженні В.В.Волкогона та М.А.Журби найвищу врожайність гороху (3,35 та 3,62 т/га) було отримано при застосуванні $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Застосування макродобрив може не забезпечити збільшення врожаю, очікуваного без використання мікродобрив. Для покращення симбіотичних зв'язків для азотфіксації слід використовувати бор, молібден і кобальт. Застосування комплексних мікроелементних препаратів на фоні різних мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності на 0,10–0,56 т/га . У дослідженні І.М.Дідури у сорту Елегант дворазове внесення спеціального

Кристалону дало 25,1-25,4 насінини, а у сорту Дамир 2 – 29,0-29,4 насінини. Це на 5-8 більше, ніж контроль.

В останні роки в технології вирощування гороху широко використовується велика кількість регуляторів росту та біологічних препаратів. Зручність реалізації багатьох із цих продуктів, на нашу думку, є досить дискусійною. Проте деякі дослідники відзначають, що обробка насіння та рослин біопрепаратами підвищує врожайність зерна гороху. [58]

Відповідно, передпосівна обробка насіння ризогуміном або гуматмікроелементним препаратом гумінової кислоти ГК-А підвищувала врожайність вирощування на 11,3–13,3 % .[59]

Застосування токоферолів у концентрації 0,1 г/л під час позакореневого обробітку посівів гороху сприяє збільшенню кількості стручків рослин, кількості насінин у стручках, маси 1000 насінин та збільшення біологічної врожайності на 20 % . [60]

Застосування комплексних мікроелементних препаратів на основі різних фонів мінерального живлення сприяло підвищенню врожайності зерна культури на 0,10-0,56 т/га. Найбільш ефективними виявились передпосівна обробка насіння Дефенс С + хелат молібдену та обприскування посіву під час появи сходів сумішшю хелат молібдену + карбамід або антистрес + хелат молібдену + карбамід.[59]

Розділ 2. Характеристика господарства.

2.1. Грунтово-кліматичні умови господарства (середньорічні показники).

Фермерське господарство ФГ «Шанс» розташоване в Миколаївській області, Первомайський район, м. Первомайськ.

Спеціалізація господарства - вирощування зернових (крім рису), бобових, олійних культур, оптова торгівля зерновими, свіжим тютюном, насінням, кормами для тварин, оптова торгівля хімічними продуктами

Фермерське господарство ФГ «Шанс» розташоване в лісостеповій зоні України.

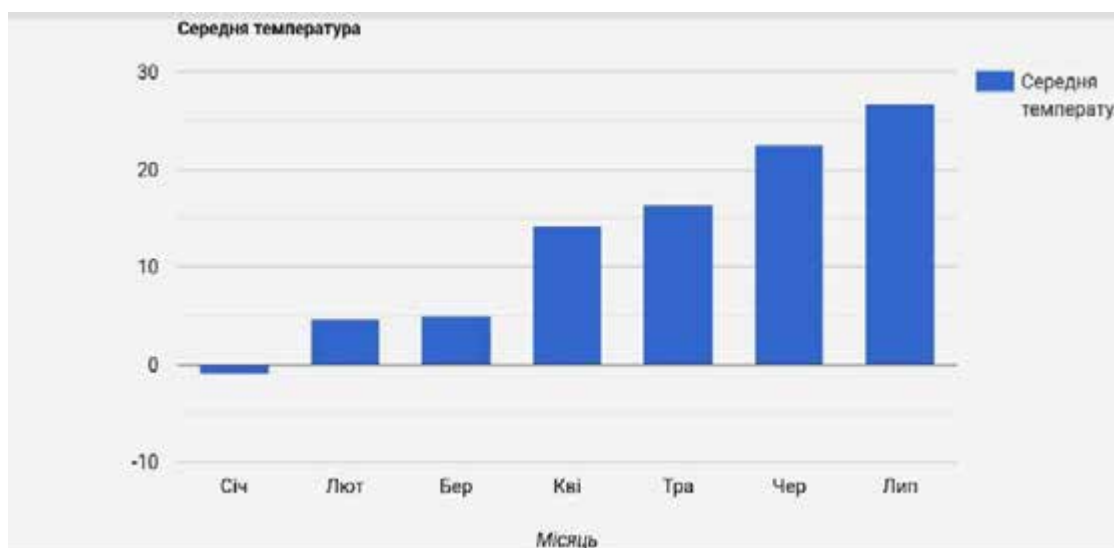
Клімат області помірно континентальний. Зима м'яка, з частим таненням снігу. Літо тепле, часом жарке, західні вітри приносять опади. Середня температура січня, найхолоднішого місяця, становить -1°C . Середня літня температура $+26,8^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.1.

Середньорічна і річна температура повітря
(за даними Первомайської метеостанції)

Місяць	Середня температура	Максимальна температура	Мінімальна температура	Середня швид. вітру	Опадів всього	Максим. глибина снігу	Роза вітрів
1.2024	-1°	9.3°	-15.1°	2.4 м/с	0 мм	-	
2.2024	$+4.7^{\circ}$	13.4°	-3°	3.1 м/с	0 мм	-	
3.2024	$+5^{\circ}$	22.9°	5.6°	2.6 м/с	0 мм	-	
4.2024	$+14.3^{\circ}$	28.3°	1.4°	2.4 м/с	0 мм	-	
5.2024	$+16.3^{\circ}$	28.9°	3.7°	2.2 м/с	0 мм	-	
6.2024	$+22.5^{\circ}$	32.8°	11.9°	1.9 м/с	0 мм	-	
7.2024	$+26.8^{\circ}$	38.4°	14.4°	2 м/с	0 мм	-	
							

У таблиці показано поступове та значне підвищення температури з січня по липень 2024 року. Середні температури піднімаються від мінусових значень до $+26^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура також значно коливається, досягаючи максимуму $38,4^{\circ}\text{C}$ у липні. Невелика кількість опадів у цю пору року може свідчити про посуху або суху погоду. Швидкість вітру зазвичай низька, що вказує на відносно спокійну погоду.



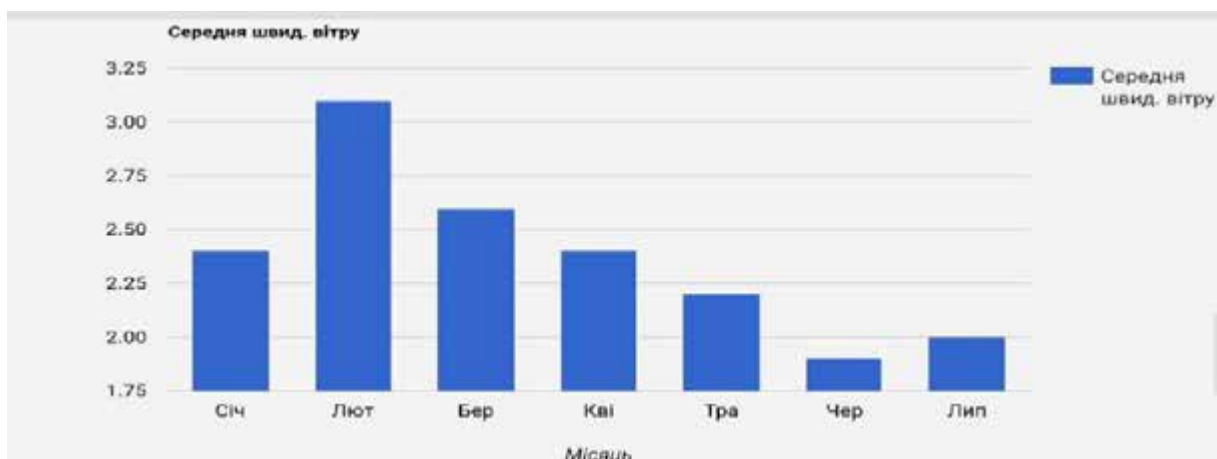
Дивлячись на графік 1, видно, що середня температура поступово і неухильно зростає з січня по липень. Січень був морозним, але температура поступово підвищувалася з березня, причому найшвидше підвищення відбувалося в квітні та червні. Найвищі температури досягають у липні, середні значення перевищують $+26^{\circ}\text{C}$, що свідчить про спекотне літо. Це типовий сезонний клімат для цього регіону з чітко вираженими сезонами.

Ця тенденція вважається типовою для континентального клімату, де перехід від зими до літа плавний, але від весни до літа стає помітно спекотніше.

Початок нестійкого снігового покриву вважається в кінці листопада, а стійкий сніговий сезон починається з середини грудня. Сніговий сезон триває трохи більше 100 днів, починає танути в кінці березня і повністю зникає в квітні. Середня висота снігу становить 20 см, але коливається від 10 до 50 см в залежності від зими (тепла чи морозна).

У цьому регіоні переважають північні, південні та північно-західні

напрямки вітру. Це свідчить про те, що теплі і вологі атлантичні повітряні маси зустрічаються часто. Середньорічна швидкість вітру становить від 2 до 6 м/с. Вітри 0-2 м/с найбільш поширені влітку, 3-4 м/с протягом року, 5-6 м/с взимку. В останні роки швидкість вітру з весни до осені зростає, що пов'язано з активною зміною сезонних повітряних мас.



На графіку 2, видно чітку тенденцію. Вітри можуть бути сильними взимку, особливо в лютому, коли швидкість вітру досягає максимуму (3,1 м/с). Це пов'язано з впливом холодних фронтів. З березня вітри поступово слабшають і в червні швидкість вітру падає до мінімуму (1,9 м/с). Літо (червень і липень) має найнижчу середню швидкість вітру, що свідчить про спокійний і стабільний період з мінімальною вітровою активністю.

Ця сезонна зміна швидкості вітру є типовою для континентального клімату, коли вітри стають сильнішими взимку через зміни температури та слабшають влітку, коли атмосферні умови стають більш стабільними.

Розвиток агропромислового комплексу в цьому регіоні зумовлений сприятливим агрокліматом (переважно рівнинний рельєф, достатня кількість вологи та тепла) та наявністю водних ресурсів. Регіон має високопродуктивні земельні ресурси (90% угідь мають оцінку від 70 до 96 із 100). Основними зерновими культурами є озима пшениця, кукурудза, ячмінь, бобові, гречка, просо.

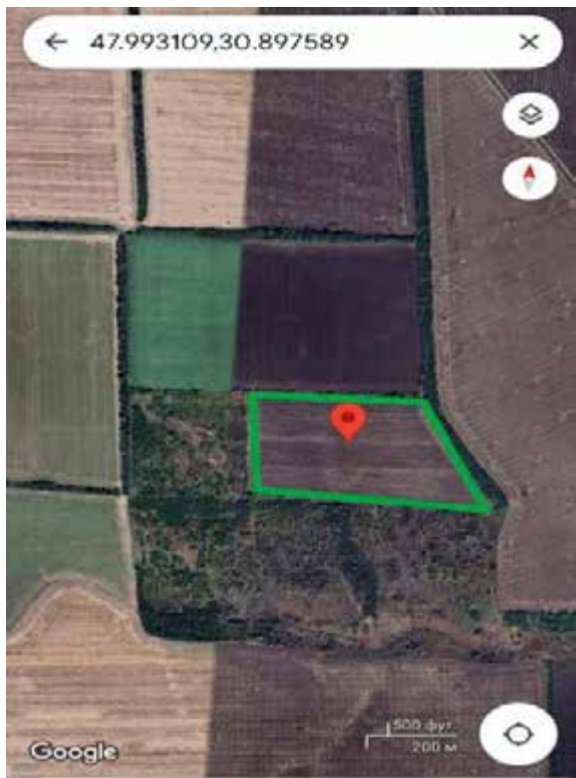
Основними ґрунтоутворюючими породами лісостепу є леси і лесові суглинки, які відрізняються за механічним складом. У господарстві лесові суглинки є основною ґрунтоутворюючою породою. Карбонізація є характерною ознакою цієї породи. Кальцій у породі викликає іммобілізацію кілограмів органічної речовини, яка розкладає та твердне гумінові сполуки. Внаслідок цього на лесових суглинках поширені гумусні чорноземні ґрунти з ціною в сільському господарстві структурою.

Основні ґрунти поділяються на чотири типи: чорноземи, сірі лісові, дерново-підзолисті та лучні. Ґрунти переважно чорноземного типу становлять 79% (чорнозем типовий - 44,8%, чорнозем переозернений - 24,1%, чорнозем опідзолений - 10,1%).

Найбільш родючими ґрунтами в цій зоні є чорноземи типові, розриті землерийками майже по всьому розрізу, пухкі, карбонатні та з добре розвиненим гумусним шаром більше 40 см. Ці ґрунти характеризуються слабокислим середовищем.

Ці ґрунти придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур. Під лучно-степовою рослинністю сформувалися чорноземи, під лісами — світло-сірі та сірі опідзолені. Біля лісів утворилися темно-сірі опідзолені ґрунти. На поверхнях сучасних алювіальних відкладів утворилися степові болотні ґрунти. Зазвичай зустрічається в заплавах річок, на болотистих днах струмків і в западинах.

2.2. Координати поля (дослід).



Поле знаходиться від міста

Первомайськ 3,8 км за такими координатами $47^{\circ}59'33.6''N30^{\circ}53'44.7''E$ (<https://maps.app.goo.gl/gvWwe4uacCsa3hot8>). Розмір поля складає 20 га.(під горох). Поле знаходиться на рівнині.

На господарстві присутня така техніка:

Комбайн Claas Lexion 460- 1 шт.

Трактор МТЗ 80.1 - 1 шт.

Сівалка точного висіву Gaspardo MTR – 1 шт.

Плуг ПЛН 3-35 – 1 шт.

Обприскувач навісний на 600 л. - 1 шт

Розділ 3. Експериментальна частина

3.1. Аналіз карт індексу NDVI гороху на дослідному полі.

NDVI (індекс нормалізованої різниці рослинності) – це індекс, який використовується для оцінки стану рослинності та кількості зеленої біомаси на певній території. Використовується в сільському господарстві, екологічному моніторингу, лісовому господарстві та дослідженнях зміни клімату. Значення NDVI зазвичай отримують шляхом дистанційного зондування із супутникових зображень і корисні для визначення рівнів фотосинтезу, щільності зеленого покриву та інших параметрів здоров'я рослин.

Розраховується NDVI за такою формулою:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

де:

- (NIR) — інтенсивність відбиття ближнього інфрачервоного випромінювання, яке добре відбивається зеленою рослинністю,
- (RED) — інтенсивність відбиття червоного випромінювання, яке добре поглинається хлорофілом рослин.

Значення NDVI варіюються від -1 до +1.

- від -1 до 0 - вказує на наявність води, снігу або хмар.
- від 0 до +0,2 - пустелі та інша рідкісна рослинність
- від +0,2 до +0,5 - низька рослинність, покриття басейну
- +0,5 або більше - пишна рослинність, здорова біомаса (наприклад, ліс)

Індекс є корисним інструментом для моніторингу землекористування, прогнозування врожайності та реагування на зміни екосистеми.

У роботі проаналізувавши карти NDVI, отримані з програми Spot Monitoring, у контексті розробок супутникового моніторингу. Для оцінки карт використовувалася наступна шкала:

Дану шкалу було отримано за кінцевими результатами вегетації

Значення індексів		‰
0.95 – 1.00	Краще застосувати NDRE	0 га
0.90 – 0.95	Густа рослинність	0 га
0.85 – 0.90	Густа рослинність	0.02 га
0.80 – 0.85	Густа рослинність	0.09 га
0.75 – 0.80	Густа рослинність	0.24 га
0.70 – 0.75	Густа рослинність	0.28 га
0.65 – 0.70	Густа рослинність	0.24 га
0.60 – 0.65	Густа рослинність	0.12 га
0.55 – 0.60	Помірна рослинність	0.19 га
0.50 – 0.55	Помірна рослинність	0.32 га
0.45 – 0.50	Помірна рослинність	0.46 га
0.40 – 0.45	Помірна рослинність	1.36 га
0.35 – 0.40	Розріджена рослинність	4.1 га
0.30 – 0.35	Розріджена рослинність	3.9 га
0.25 – 0.30	Розріджена рослинність	0.84 га
0.20 – 0.25	Розріджена рослинність	1.25 га
0.15 – 0.20	Відкритий ґрунт	0.45 га
0.10 – 0.15	Відкритий ґрунт	0.02 га
0.05 – 0.10	Відкритий ґрунт	0 га
-1.00 – 0.05	Відкритий ґрунт	0 га

врожайності гороху.



Рис.3.1. Карта розподілу вегетативної маси рослин гороху за індексом NDVI у макростадію BBCH 9-19 (Розвиток листків)

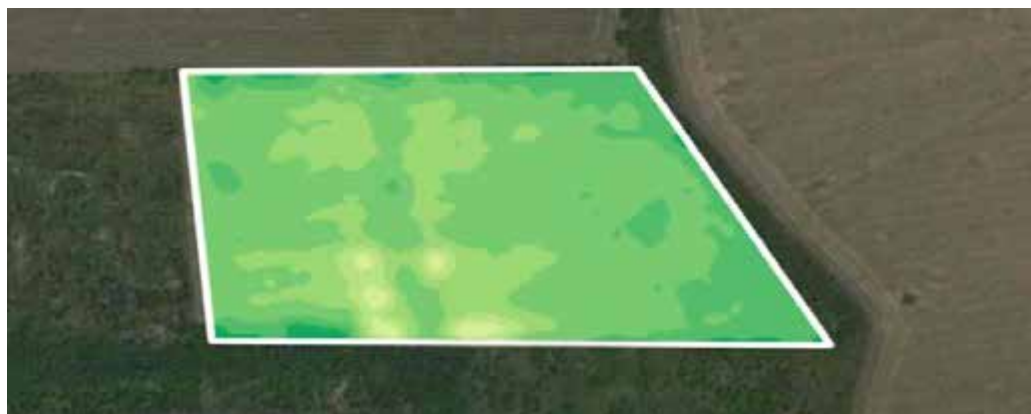


Рис.3.2. Карта розподілу вегетативної маси рослин гороху за індексом NDVI у макростадію BBCH 20-29.

На етапі ВВСН 9-19 аналіз індексу NDVI гороху свідчить про помірний розвиток рослини, особливо в низинах. У більшості випадків значення індексу знаходяться в типовому діапазоні для помірної рослинності. Значення індексів у межах 0,35-0,70. На наступному етапі ВВСН 20-29 умови посівів дещо покращилися, але рослини все ще розвивалися повільніше порівняно з оптимальними умовами. Найкращий індекс NDVI був зафіксований у **високогірній частині** поля, що свідчить про позитивний вплив рельєфу на розвиток гороху. Значення індексів у межах 0,50-0,90.

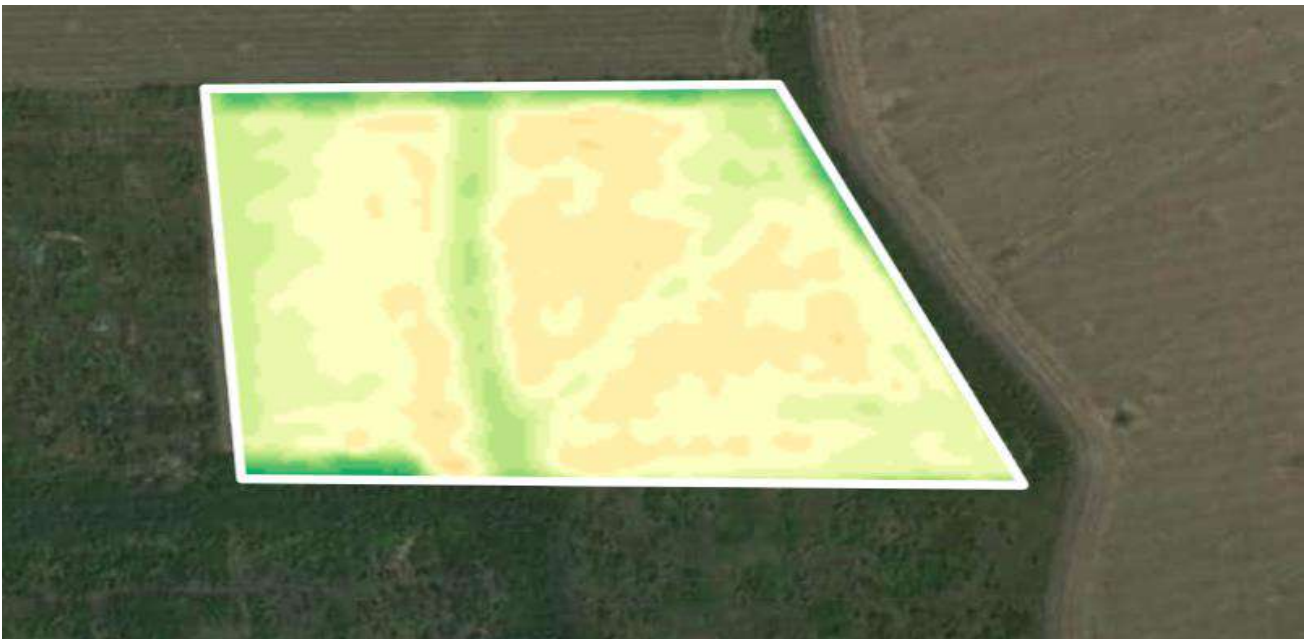


Рис.3.3. Карта розподілу вегетативної маси рослин гороху за індексом NDVI у макростадію ВВСН 30-49.

Аналіз індексу NDVI гороху на етапі ВВСН 30-49 свідчить про достатній рівень розвитку рослин. У більшості випадків значення індексу знаходяться в межах, характерних для даної фази розвитку. Проте можна помітити певну нерівність. У деяких районах, особливо в низинах, значення NDVI досить низькі і можуть свідчити про те, що рослини ростуть не так інтенсивно. Найкращі показники NDVI були зафіксовані на підвищеннях поля. Це показує, що рельєф позитивно впливає на розвиток гороху. Значення індексів у межах 0,40-0,90.

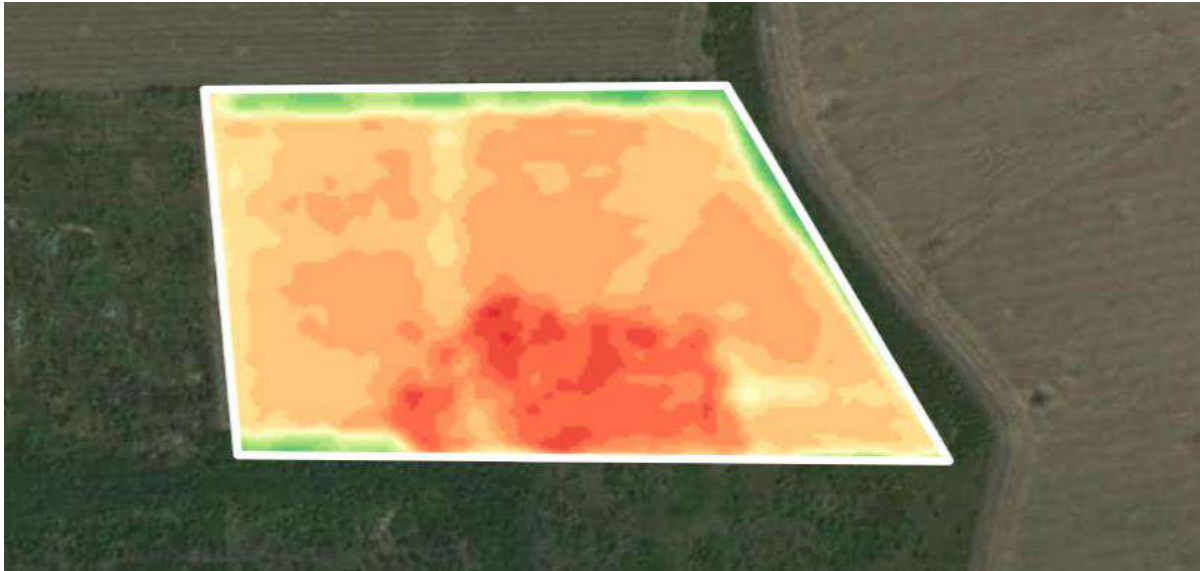


Рис.3.4. Карта розподілу вегетативної маси рослин гороху за індексом NDVI у макростадію BBCH 50-69 (формування суцвіття,бутонізація)

На стадії BBCH 50-69 аналіз індексу NDVI гороху показує значну неоднорідність розвитку рослини. Широкий діапазон значень індексу (0,10–0,90) свідчить про те, що деякі рослини розвивалися добре, а інші зазнали значного стресу. Це може бути викликано різними факторами, включаючи вологість, нерівномірний розподіл поживних речовин, пошкодження шкідниками та хворобами.

3.2. Агрохімічний аналіз ґрунту дослідного поля.

Таблиця 3.1

Динаміка вмісту амонійного азоту (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 0-20 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	35.7	33.7	29.9	26.8	23.9

Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	44.2	40	37.7	33.4	30.5
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	34	31.7	29	24.7	22.1
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	47.8	44	42.9	40.8	36

На підставі наведеної таблиці можна зробити висновки про динаміку вмісту амонійного азоту в чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз на глибині 0-20 см. Різні варіанти добрив впливають на вміст азоту на різних етапах розвитку рослин.

Фон (варіант контролю): Коефіцієнт використання амонійного азоту поступово знижується від початку розвитку культури до закінчення вегетації і коливався в межах 35,7 мг/кг до 23,9 мг/кг. Це свідчить про те, що в процесі росту і розвитку рослин без додаткових добрив вміст азоту в ґрунті зменшується.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 1 з низькою забезпеченістю: цей фон має вищий вміст амонійного азоту порівняно з контролем і становить 44,2 мг/кг, який поступово знижується протягом періоду вегетації до 30,5 мг/кг. Це свідчить про позитивний вплив мінеральних добрив на розвиток гороху, протягом вегетаційного періоду.

На варіанті з застосуванням Фон + N₄₀P₃₀K₄₂ в зоні 2 з середньою забезпеченістю значення амонійного азоту були відмічені нижчі, в порівнянні з зоною 1, починаючи з 34 мг/кг і знижуючись до 22,1 мг/кг. Аналізуючи дані можна стверджувати, що внесення мінеральних добрив в умовах середнього рівня забезпеченості, отримання приросту, як у зоні 1, не з'явиться.

При внесенні Фон + N₄₀P₃₀K₄₂ в зоні 3 з високим рівнем забезпеченості було відмічено, що на всіх етапах розвитку рослин найвищі

рівні забезпечення амонійним азотом коливалися від 47,8 до 36 мг/кг, що вказує на порівнянний ефект добрив у цій зоні. Підтримка високого рівня азоту на всіх стадіях розвитку корисна для росту рослин.

Таблиця 3.2.

Динаміка вмісту амонійного азоту (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 20 40 см.

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	27	24.1	20.7	17.1	13
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	36	35	32.9	30.8	28.7
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	33.1	30.1	26.4	24.1	21
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	33	30.6	26.7	24	21.9

За даними таблиці можна зробити висновки про динаміку вмісту амонійного азоту в чорноземі на глибині від 20 до 40 см при вирощуванні гороху сорту НС Мороз, з різними варіантами удобрення.

Фон (контрольний варіант): Вміст амонійного азоту починає знижуватися зі стадії сходів (27 мг/кг) до повної зрілості гороху (13 мг/кг). Це показує, що якщо не вносити додаткові добрива, накопичення азоту зменшуватиметься в міру росту рослини, що може вплинути на живлення.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 1 (низький рівень забезпеченості): значення азоту становлять 36 мг/кг на стадії сходів, поступово знижуючись до 28,7 мг/кг на

стадії повної зрілості сої. Цей варіант забезпечує більш високий рівень азоту в ґрунті порівняно з контрольним і позитивно впливає на азотне живлення рослин на етапах росту.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 2 (середній рівень забезпеченості): Початкове значення азоту становить 33,1 мг/кг, знижується до 21 мг/кг на стадії повної зрілості. Тут рівні азоту трохи нижчі, ніж у зоні 1, що за середніх рівнів постачання може означати, що добрива мають незначний вплив на постачання рослин азотом.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 3 (високий рівень забезпеченості): вміст амонійного азоту поступово знижується до 33 мг/кг на стадії сходів та до 21,9 мг/кг на стадії повної зрілості. Цей варіант виробляє дещо вищі рівні азоту порівняно з контрольним, але нижчі, ніж зона 1, що може означати, що результати відрізняються залежно від рівня подачі.

Загальний висновок: застосування N₄₀P₃₀K₄₂ підтримувало вміст амонійного азоту в ґрунті вищим порівняно з контрольним, особливо при низьких рівнях живлення (зона 1), де спостерігалися найвищі рівні азоту на кожній стадії розвитку.

Таблиця 3.3.

Динаміка вмісту нітратного азоту (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 0-20 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	19.8	17	14.7	12.4	11.1
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	29	27.5	23.7	21.7	19
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	20.7	17	14.5	11.7	9

Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂					
Зона 3 високий рівень забезпеченості	27.4	24.9	22.7	19	15.2

У цій таблиці наведено динаміку вмісту нітратного азоту (мг/кг) чорнозему на глибині 0-20 см за вирощування гороху сорту НС Мороз з різними варіантами удобрення. Ці дані показують рівні нітратного азоту на різних стадіях: сходів, гілкування, цвітіння, формування бобів та дозрівання бобів.

Фон (контрольний варіант): Початковий рівень нітратного азоту становить 19,8 мг/кг на стадії сходів і поступово знижується до 11,1 мг/кг на стадії повної стиглості бобів. Це свідчить про те, що запаси нітратного азоту в ґрунті були природним чином вичерпані в період вирощування без додаткових добрив.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 1 (низький рівень забезпеченості): на стадії сходів рівень азоту становить 29 мг/кг і поступово знижується до 19,7 мг/кг на стадії повного дозрівання. У цьому варіанті вміст нітратного азоту вище, ніж у контрольному, і рослини краще забезпечені азотом у період розвитку.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 2 (середній рівень забезпеченості): Початковий вміст нітратного азоту становить 20,7 мг/кг на стадії сходів і знижується до 9 мг/кг на стадії повної зрілості. Рівень азоту в цій зоні нижчий, ніж у зоні 1, що вказує на те, що добрива менш ефективні для забезпечення рослин азотом.

Фон + N₄₀P₃₀K₄₂, зона 3 (високий рівень постачання): на стадії сходів значення азоту становить 27,4 мг/кг, поступово знижуючись до 15,2 мг/кг на стадії повної зрілості. Це значення нижче, ніж у зоні 1, але вище порівняно з контрольним, що вказує на проміжний рівень ефективності добрив при високих рівнях забезпеченості.

Загальний висновок: при використанні N₄₀P₃₀K₄₂ вміст нітратного азоту в ґрунті підтримується вищим, ніж у контрольній групі, і вміст азоту

максимальний на кожному етапі розвитку рослин, особливо в районах з низьким рівнем забезпеченості (зона 1).

Таблиця 3.4.

Динаміка вмісту нітратного азоту (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 20-40 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	23	20	18.6	16.4	12
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	31	28.5	26.7	23.7	18
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	33	30	27.8	24	20
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	29	25.9	21.7	19.8	14.9

У таблиці наведено динаміку вмісту нітратного азоту в чорноземі при вирощуванні гороху сорту НС Мороз на різних фазах росту та розвитку рослин.

Фон (контрольний варіант) без додаткового удобрення вміст нітратного азоту знижується з 23 мг/кг на стадії сходів до 12 мг/кг на стадії повної стиглості бобів.

Зона 1 (низький рівень забезпеченості): застосування комплексних добрив підвищує вміст нітратного азоту до 31 мг/кг, особливо на стадії сходів, і до 18 мг/кг на стадії повної стиглості бобів.

Зона 2 (середня забезпеченість): цей фон має найвищий вміст нітратного азоту на всіх стадіях, досягаючи 33 мг/кг на стадії сходів та 20

мг/кг на стадії повної стиглості.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості): значення нітратного азоту в цій зоні вище контрольного фону та нижче зони 2, 29 мг/кг на стадії сходів та 14,9 мг/кг на стадії повної зрілості.

Тому застосування добрив дозволяє значно підвищити вміст нітратного азоту в ґрунті, що може позитивно вплинути на ріст і розвиток гороху. Найкращі результати спостерігаються при середньому рівні забезпеченості (Зона 2).

Таблиця 3.5.

Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 0-20 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	181.2	179	177.3	175	170.1
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	228.9	221.1	205.8	201.7	192.3
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	201.1	200	197.7	195.6	193.2
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	262	258.6	255	253.2	250.7

У даній таблиці наведено динаміку вмісту сполук фосфору в чорноземі на різних фазах росту і розвитку при вирощуванні гороху сорту НС Мороз.

Фон (без добрива): Вміст фосфору знижується з 181,2 мг/кг на стадії сходів до 170,1 мг/кг на стадії дозрівання гороху. Це вказує на те, що фосфор

виснажився без додаткових добрив.

Зона 1 (низький рівень забезпеченості): використання добрив значно підвищує вміст фосфору, особливо на ранніх стадіях (228,9 мг/кг на сході). Хоча на стадії стиглості він зменшився до 192,3 мг/кг, цей рівень забезпеченості покращує фосфорне живлення порівняно з контрольним фоном.

Зона 2 (середній рівень забезпеченості): Вміст фосфору більш стабільний, знижується з 201,1 мг/кг на стадії сходів до 193,2 мг/кг на стадії повного дозрівання. Це вказує на те, що значення фосфору ефективно зберігаються протягом усього періоду росту.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості): найвищий вміст фосфору спостерігався на всіх стадіях, від 262 мг/кг на стадії сходів до 250,7 мг/кг на стадії повної зрілості. Це забезпечує найкраще живлення рослини, в тому числі і фосфором.

Як правило, використання добрив значно підвищує вміст фосфору в ґрунті, причому найвищі значення досягаються в зоні 3, що вказує на ефективність високого рівня живлення для підтримки оптимального росту та розвитку гороху.

Таблиця 3.6.

Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 20-40 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	180.2	177	170	163	156.1
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	205.9	201.1	193	188	178.3

Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂					
Зона 2 середній рівень забезпеченості	196.1	190	180	173	162
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂					
Зона 3 високий рівень забезпеченості	237	231.6	220	214	202

У таблиці наведено динаміку вмісту сполук фосфору в чорноземі при вирощуванні гороху сорту НС Мороз на різних фазах росту і розвитку в шарі від 20 до 40 см.

Фон (без добрива): Вміст фосфору знижується з 180,2 мг/кг на стадії сходів до 156,1 мг/кг на стадії повної зрілості сої. Це свідчить про виснаження фосфору без додаткової підгодівлі.

Зона 1 (низький рівень забезпеченості): внесення добрив підвищує вміст фосфору з 205,9 мг/кг на сході до 178,3 мг/кг на стадії повної зрілості. Хоча спостерігається зниження, цей рівень постачання покращує постачання фосфору порівняно з контрольним фоном.

Зона 2 (середній рівень забезпеченості): Вміст фосфору був більш стабільним, становлячи 196,1 мг/кг на стадії сходів, але знижуючись до 162 мг/кг на стадії повної зрілості. Це вказує на те, що цей рівень безпеки ефективний для підтримки стабільного вмісту фосфору.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості) найвищий вміст фосфору спостерігався на всіх етапах, який становив 237 мг/кг на стадії сходів та 202 мг/кг на стадії повної зрілості. Це забезпечує найкраще живлення рослини, в тому числі і фосфором.

Загалом застосування добрив значно підвищує вміст фосфору в ґрунті. Найкращі показники були досягнуті в зоні 3, показуючи, що високі рівні живлення є ефективними для підтримки оптимального росту та розвитку гороху.

Таблиця 3.7.

Динаміка вмісту рухомих сполук калію (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 0-20 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	201	199.9	195	193.8	188.3
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	227	220	217.7	214	206.4
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	215	209.8	203.8	198.6	193
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	238	233.9	225	220.6	213

У даній таблиці наведено динаміку вмісту сполук калію в чорноземі при вирощуванні гороху сорту Н. С. Мороз на різних фазах росту і розвитку рослин у шарах від 0 до 20 см.

Фон (без добрив) Вміст калію знизився з 201 мг/кг на стадії сходів до 188,3 мг/кг на стадії повного дозрівання, що вказує на поступове виснаження калію без додаткових добрив.

Зона 1 (низький рівень забезпеченості) із добривом вміст калію з 227 мг/кг на сходях збільшується до 206,4 мг/кг на стадії повного дозрівання. Це покращує живлення калієм, але вміст зменшується в кінці циклу.

Зона 2 (середній рівень забезпеченості) Вміст калію був відносно стабільним, зменшуючись з 215 мг/кг від сходів до 193 мг/кг на стадії повного дозрівання, що демонструє ефективність цього рівня постачання.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості) найвищий вміст калію, що спостерігається на всіх стадіях, забезпечує найвище живлення калієм для рослин від 238 мг/кг на стадії сходів до 213 мг/кг на стадії повної зрілості.

Загалом використання добрив значно підвищило вміст калію в ґрунті, з найвищими значеннями в трьох зонах.

Таблиця .3.8.

Динаміка вмісту рухомих сполук калію (мг/кг) у чорноземі за вирощування гороху сорту НС Мороз в шарі 20-40 см

Варіант удобрення	Фаза росту і розвитку рослин				
	сходи	гілкування	цвітіння	утворення бобів	повна стиглість бобів
Фон	199	193	185	179	167
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	236	229	223.7	211	203
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	217	210.8	198.8	189.6	183
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	234	228.9	223	218	208

У таблиці наведено динаміку рухомих сполук калію в чорноземі при вирощуванні гороху сорту НС Мороз у різні фазах росту у шарі 20–40 см.

Фон (без добрива) вміст калію знижується з 199 мг/кг на стадії сходів до 167 мг/кг на стадії повної зрілості гороху. Це вказує на те, що запаси калію були вичерпані без додаткового підживлення.

Зона 1 (низький рівень забезпеченості) вміст калію зростає з 236 мг/кг на стадії сходів до 203 мг/кг на стадії повної зрілості. Це покращує

доступність калію на всіх стадіях росту.

Зона 2 (середній рівень забезпеченості) Вміст калію змінився з 217 мг/кг на стадії сходів до 183 мг/кг на стадії повної зрілості, зі стабільним постачанням калію в рослини протягом усього циклу. Показує роботу.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості) забезпечує високий вміст калію від 234 мг/кг на сходах до 208 мг/кг при повній зрілості, демонструючи ефективність у підтримці високого рівня калію.

Загалом застосування добрив значно підвищує вміст у ґрунті рухомих сполук калію. Зона 3 показує найкращі результати і забезпечує оптимальне живлення рослин на всіх етапах росту.

3.3. Структура урожаю гороху сорту НС Мороз

Для більш об'єктивної оцінки впливу досліджуваних факторів на реалізацію продуктивного потенціалу гороху використовували показники індивідуального рівня продуктивності рослин. Важливість цього показника визначається тим, що за ним можна розрахувати біологічну врожайність культури, яка є важливим фактором для програмування всього врожаю сільськогосподарських культур. Аналізуючи цей показник, можна зробити висновки про вплив зовнішніх факторів на продукційний процес рослин і побудувати математичну модель, яка пояснює, що утворення плодоеlementів залежить від спектральної дії нерегульованих факторів зовнішнього середовища.

На даний час у науковій літературі є обмежені дані про вплив факторів технології вирощування гороху на індивідуальну продуктивність рослин різних сортів. Це пояснюється тим, що протягом тривалого часу індивідуальні показники продуктивності всіх культур, особливо гороху, більше враховуються в процесі селекції, ніж при вивченні впливу технологічних прийомів на виробництво рослинництва.

За результатами наших досліджень завикористання РКД (рідке комплексне добриво), Кх(калій хлористий), рослини гороху були висотою 53 см.

Таблиця.3.9.

Показники структури врожаю гороху сорту НС Мороз за 2024р.

Варіант удобрення	Висота рослин, см	Маса		Кількість, шт./рослин	
		зерен з однієї рослини, г	1000 зерен, г	стручків	зерен
Фон	45	15,8	1765	8	6
Фон + N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	47	20,3	1623	7	7
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	48	23,2	1519	11	7
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	53	25,4	2104	12	6

3.4. Урожайність гороху сорту НС Мороз

Для більш об'єктивної оцінки впливу досліджуваних факторів на реалізацію продуктивного потенціалу гороху використовували показники індивідуальних рівнів продуктивності рослин. Важливість цього показника визначається тим, що за ним можна розрахувати біологічну врожайність сільськогосподарських культур. Це важливий фактор при плануванні врожаю. Аналізуючи ці показники, можна зробити висновки про вплив зовнішніх факторів на продукційний процес рослин, а побудувавши математичну модель зрозуміти, що формування плодоеlementів залежить від дії різноманітних регульованих і нерегульованих факторів зовнішнього середовища.

Сучасна наукова література має обмежені дані про вплив факторів технології вирощування гороху на індивідуальну продуктивність рослин різних сортів. Це пояснюється тим, що індивідуальні показники продуктивності сільськогосподарських культур, особливо гороху, більше враховувалися в процесі селекційних робіт, ніж при вивченні впливу

технічних прийомів у рослинництві.

Ріст і розвиток рослин, а отже і накопичення сухої речовини, сильно залежать від умов середовища. Однією з умов, що визначає швидкість росту, є наявність поживних речовин у ґрунті. Крім того, збільшення ваги сухої речовини залежить від характеру сорту культури. Спостереження за динамікою росту та накопиченням ваги може надати інформацію про інтенсивність росту та розвитку рослин. Горох характеризується швидким нагромадженням біомаси. Короткий вегетаційний період дозволяє ефективно використовувати вологу, накопичену в ґрунті за осінь/зиму. На відміну від багатьох культур, горох може сформувати урожай, який становить приблизно половину надземної частини за вагою зерна. Тому врахування цього показника є дуже важливим для контролю за накопиченням сухої речовини рослин і вивчення зв'язку формування врожаю з розвитком рослин.

Згідно з даними, за системи удобрення N₃₀ P₃₀K₄₂ після обробітку ґрунту була отримана найвища врожайність, яка сягала 3,4 т/га, з темпом приросту 36% до контрольної групи. Без добрив найменша врожайність склала 2,5 т/га.

Табличка 3.10.

Вплив застосування добрив на урожайність зерна гороху сорту НС Мороз за 2024р.

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Приріст до контролю	
		т/га	%
Фон	2,5	-	-
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 1 низький рівень забезпеченості	2,8	0,3	12
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 2 середній рівень забезпеченості	3,0	0,5	20
Фон+ N ₄₀ P ₃₀ K ₄₂ Зона 3 високий рівень забезпеченості	3,4	0,9	36

Урожайність контрольного варіанту (фон) без добрив-2,5 т/га, це базовий рівень, приріст тут не враховується (0% приросту).

Зона 1 (низький рівень забезпеченості) Урожайність 2,8 т/га. Приріст порівняно з контрольною групою склав 12%. Це означає, що додавання добрива до низького рівня забезпеченості підвищує врожайність на 12% порівняно з контрольним фоном.

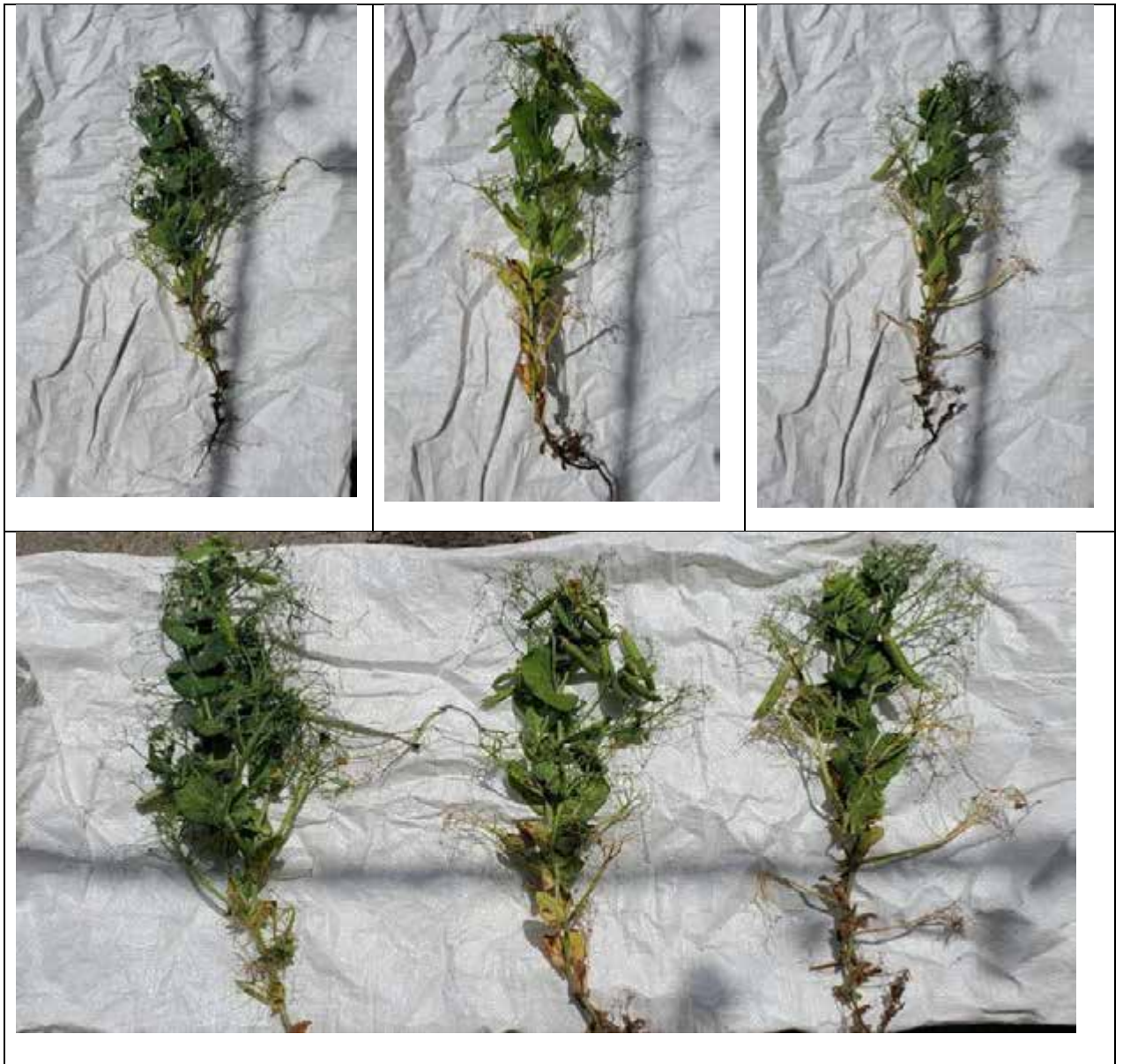
Зона 2 (середній рівень забезпеченості) Урожайність 3,0 т/га. Приріст порівняно з контрольним фоном становить 20%. Це свідчить про те, що при середніх рівнях подачі добрива підвищують продуктивність на 20% порівняно з базовим рівнем.

Зона 3 (високий рівень забезпеченості) Урожайність 3,4 т/га. Приріст порівняно з контрольним фоном склав 36%. Високий рівень внесення добрив підвищує врожайність на 36% порівняно з фоном, що є найбільшим збільшенням серед усіх варіантів.

Загальний висновок: Зі збільшенням рівня внесення добрив зростає продуктивність також збільшується порівняно з контрольною групою. Максимальний приріст врожаю (36%) досягається при високих рівнях внесення добрив, що свідчить про ефективність використання максимальної кількості добрив для досягнення високих результатів.

3.5. Вплив мінерального живлення на біометричні показники гороху сорту НС Мороз.

Зразок 1 має ряд переваг, таких як більше пагонів, товщі стебла, більше стручків і більше надземної маси, що свідчить про високий потенціал урожайності. Зразок 2 має найбільшу площу листя та кореневу масу, що може забезпечити стабільність та стійкість. Зразок 3 демонструє низьку ефективність більшості ознак, але індекс листя вказує на потенційно ефективний фотосинтез



Таблиця 3.11. Біометричні показники рослин гороху у фазу повної стиглості.

Сорт , гібри д	Висо та, см	Загаль на кількі сть пагоні в шт/рос	Кількість продуктив них пагонів шт/рос	Кількі сть стебел, шт/рос	Кількі сть листі в шт/рос	Довжи на міжвуз ль, см	Діапе тр стебл а, мм	Площ а листі в, см ²	Листов ий індекс	Кількі сть стручк ів шт	Маса надзем ної частин и г/рос	Маса корене вої частин и г/рос
НС Мор оз (зраз ок 1)	52,5 см	7 шт	3 шт	1 шт	27 шт	7 см	4 мм	36 см ²	1,36	12 шт	37 г	4 г
Зраз ок 2	47,2 см	5 шт	3 шт	1 шт	21 шт	6 см	3 мм	42 см ²	1,42	11 шт	32 г	5г
Зраз ок 3	46,5с м	5 шт	2 шт	1 шт	14 шт	6 см	3 мм	41 см ²	1,41	7 шт	28 г	4 г

Висновок

У магістерській роботі подано теоретичне обґрунтування та практичне пояснення наукових питань, пов'язаних із ростом, розвитком та формуванням урожаю гороху залежно від біологічних особливостей сорту та факторів системи удобрення в умовах Степу та отримати врожайність 3,5 т/га.

Загалом результати досліджень свідчать, що внесення добрив $N_{40}P_{30}K_{42}$ суттєво впливає на динаміку вмісту азоту (амонійного та нітратного) та фосфору в ґрунті при вирощуванні гороху сорту НС Мороз. Найвищі показники вмісту азоту та фосфору спостерігаються в районах із високим рівнем забезпеченості добривами, що підтверджує позитивний ефект додаткового живлення. Зокрема, зона 1 (низький рівень забезпеченості) має суттєво підвищений вміст азоту та фосфору порівняно з контрольним варіантом, що свідчить про ефективність добрив навіть в умовах обмежених ресурсів.

Хоча вміст фосфору та азоту зменшується протягом вегетаційного періоду, додавання добрив може допомогти підтримувати рівень цих поживних речовин у ґрунті вищим, особливо в періоди, коли рослини активно ростуть і розвиваються. Усі результати підтверджують важливість застосування добрив для забезпечення оптимального росту та розвитку рослин гороху, особливо в ситуаціях, коли запаси недостатні.

У цілому, аналізуючи окремі показники продуктивності рослин, можна зробити висновок, що вплив технологічних факторів на формування потенціалу врожайності гороху значною мірою залежить від умов середовища, особливо від рівня забезпеченості ґрунту поживними речовинами. Дослідження показують, що важливо оптимально використовувати добрива, що значно підвищує врожайність. Результати свідчать, що при внесенні добрив за системою $N_{30}P_{30}K_{42}$ врожайність підвищується до 3,4 т/га, що на 36 % вище порівняно з контрольною групою (2,5 т/га).

Тому індивідуальні показники продуктивності важливі не тільки для селекційних досліджень, а й для планування та оцінки ефективності

технологічних прийомів у рослинництві. Зокрема, врахування характеристик сорту, особливостей ґрунту та системи удобрення є важливим для максимізації врожайності культур, що в кінцевому підсумку сприяє підвищенню ефективності агропромислового виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оверченко Б. Горох-культура вдячна / Б. Оверченко // Пропозиція. –2003. - №3. – С.36-37.
2. Режим доступу до сайту:<https://studfile.net/preview/9077665/page:2/>.
3. Режим доступу до сайту:<https://studfile.net/preview/9077665/page:2/>.
4. Режим доступу до ресурсу <https://studfile.net/preview/9077665/page>.
5. Рослинництво: Підруч. / За ред О.І. Зінченка. К.: Аграрна освіта,2001. С. 59-60.
6. Телекало Н.В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : збірник наукових праць. 2014. Вип. 22. С. 78-83.
7. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зернобобових культур в правобережному Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 18. С. 5-17.
8. Андреюк Е.И., Антипчук А.Ф. Изучение симбиотической азотфиксации и пути повышения эффективности ее использования в ельском хозяйстве. Симбиотрофные азотфиксаторы и их использование в сельском хозяйстве: Тез. докл. респ. конф. Київ, 1987. С. 4-6.
9. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: Метод. рекомендації. К.: Нора–прінт, 2001. С. 60-63.
10. Jensen E.S. Symbiotic N₂ field bean estimated by N₁₅ fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. Plant Soil, 1986. 92. P. 3-13.
11. Me Neil Dol., La Rue T.A. Effekt of nitrogen source on ureides in soybean. Plant Physiol, 1984. V. 74. № 2. P. 227.
12. Забарна Т.А. Вплив позакоренових підживлень на показники симбіотичної діяльності сої. Polish journal of science. 2020. №25. Vol. 1.

- Р.6-11.
- 13.Патика В.П. Перспективи використання біопрепаратів у землеробстві. Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. 1999. Вип. 4. С. 84-91.
 - 14.Шевніков М.Я. Вплив мікроелементів на продуктивність сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії: Наук.- виробнич. ж-л. 2006. № 3. С. 21-25.
 - 15.Бабич А.О. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. Вісник аграрної науки. 1996. № 2. С. 37-39.
 - 16.Власюк П.А., Ивченко В.И. Физиологическое значение молибдена для растений К., 1975. С. 165-169.
 - 17.Алмашова В.С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого на півдні України. 1-й відкритий з'їзд фізіобіологів Херсонщини: Зб. тез, доп. Херсон: Айлант, 2006. С. 6.
 - 18.Алмашова В.С., Жарінов В.І., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів на розвиток бульбочкових бактерій на коренях овочевого гороху.Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. 2005. Вип. 36. С. 51-54.
 - 19.Алмашова В.С., Гамаюнова В.В., Онищенко С.О. Вплив мікроелементів і ризоторфіну на продуктивність гороху овочевого в умовах Херсонської області. Таврійський науковий вісник: Зб. наук. праць. 2006. Вип. 49. С. 18-21.
 - 20.Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. [за ред. В.В. Волкодава]. Київ, 2001. 101 с.
 - 21.Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур: Методич. вказівки. Херсон, 1997. 21 с.
 - 22.Эффективность биоудобрительных препаратов в различных почвенно–климатических зонах Украины и некоторых стран СНГ. Информационный

- листок № 15/с–95. Симферополь, 1995. С. 4.
23. Колюсь Є.М. Вплив мінеральних добрив, інокуляції і стимуляторів росту на формування насінневої продуктивності гороху в умовах східного Степу України. Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. 2002. Вип. 13. С. 15-17.
24. Камінський В.Ф., Вишнівський П.С., Дворецька С.П. Значення зернобобових культур та напрями їх виробництва. Селекція та насінництво. Харків, 2005. Вип. 90. С. 14-22.
25. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. [за ред. Г.Л. Бондаренко, К.І. Яковенка]. Харків : Основа, 2001. 369 с
26. Технологія вирощування овочевого горошку URL: <https://agrotimes.ua/article/tehnologiya-viroshchuvannya-ovochevogo-goroshku>.
27. Розвадовський А.М. Інтенсивна технологія вирощування овочевого гороху. Київ: Урожай, 2000. 40 с.
28. Алмашова В.С. Онищенко С.О. Урсал В.В. Агроекологічні аспекти вирощування насіння гороху овочевого на півдні України при зрошенні за умов збалансованого природокористування. Таврійський науковий вісник 2007. №83. С. 23-27.
29. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М. : АН СССР, 1961. 133 с.
30. Безуглый И. Н., Василенко А. А., Глянцев А. В. Сортовая структура посевных площадей гороха в Украине. Бюлетень научных работ Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Я. Горина. Белгород: Издательство Бел ГСХА. 2012. Вып. 29. С. 3-7.
31. Бірюкова І. Щоб горох добре вродив. Farmer. 2018. №3. С. 126-128.
32. Горбатенко А., Судак В., Чабан В. Горох завжди прибутковий, і на схилах теж. Пропозиція. 2019. №1. С.56-59.
33. Кириченко Е. В., Маличенко С. М. Влияние лектинов бобовых растений на проявление симбиотических свойств клубеньковыми бактериями в

- бобово-ризобіальном симбіозе. Физиология растений. 2000. Т. 47, № 2. С. 241–245.
34. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2012. 324 с.
35. Новикова Н.Е., Зотиков В.И. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Вестник ОрелГАУ. 2011. №2. С. 5-8.
36. Телекало Н.В. Продуктивність інтенсивних сортів гороху посівного залежно від впливу інокуляції та позакореневих підживлень в умовах Лісостепу правобережного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця. 2015. 20 с.
37. 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 Селекційногенетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2015. Вип. 26(66). С.154-160.
38. 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.
39. Andrzejewska J. Agrotechniczne uwarunkowania plonowania i brodawkowania zrozniczowanych odmian grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Bydgoszcz. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej. 2002. 96 s.
40. 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.
41. Білера Н. Калій – елемент якості. Агроном. 2017. №3. С.24-27.
42. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Мінеральні добрива та їх застосування.

2-ге вид., виправ., допов. Львів. Українські технології. 2012. 324 с.

43. Станилевич И. С., Богdevич И. М., Путятин Ю. В. Эффективность возделывания гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с разной обеспеченностью обменным магнием. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Почвоведение и агрохимия. Минск. 2019. № 1 (62). С. 168-175.
44. Дворецька С., Любчич О. Мінеральне живлення гороху. Пропозиція. 2016. №11. С. 66-72. <https://propozitsiya.com/ua/mineralne-zhivlennya-gorohu>., (11.03.2019).
45. 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.
46. Дворецька С.П., Рябокiнь 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.
47. 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.
48. Костина Т.П. Вплив мінеральних добрив на формування асиміляційної поверхні та продуктивність сортів гороху. Міжвідомчий тематичний науковий збірник "Землеробство". Київ. ВД "Едельвейс". 2012. Випуск 84. С. 86-93.
49. Вильдфлуш И.Р., Пироговская Г.В., Мишура О.И., Малашевская О.В. Влияние новых комплексных удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели, урожайность и качество гороха полевого. Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. Почвоведение и

- агрохимия. Минск. 2016. № 1 (56). С. 128-137.
50. Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Пищевой режим почвы под горохом в зависимости от способа ее обработки и доз минеральных удобрений. Агрохимический вестник. 2016. №3. С.22-23.
51. 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.
52. 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.
53. Голопятов М.Т., Кондрашин Б.С. Урожайность сортов и линий гороха, различающихся по архитектонике листового аппарата, в зависимости от факторов интенсификации. Земледелие. 2017. № 3. С. 5-8.
54. Данильченко О. М. Формування фотосинтетичного апарату та врожайності зерна гороху в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронімія і біологія. 2016. Вип. 9. С. 88-91.
55. 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.
56. Каминский В.Ф., Дворецкая С.П., Рябоконт Т.М. Влияние факторов интенсификации на динамику содержания элементов питания в растениях гороха при различных технологиях выращивания. Сборник научных трудов "Земледелие и селекция в Беларуси". Минск. 2014. Вып.50. С.146-154.
57. Дідур І.М. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна

- сортами гороху різних морфотипів. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство». Київ. 2009. Вип.81. С. 80-88.
58. Гончар Л.М., Пилипенко В.С. Польова схожість насіння та густина стояння рослин гороху посівного залежно від удобрення та інокуляції. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. Випуск 269. С.46-57.
59. 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.
60. Колесніков М.О. Вплив токоферолу на проростання гороху (*Pisum sativum* L.) та формування його біологічної врожайності. Агробіологія. Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. 2013. Випуск 11(104). С.115-119.