

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет  
Спеціальність 201 «Агрономія»  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Допустити до захисту»  
Зав. кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
доцент Мицик О.О.

---

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

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

**Вплив мінеральних добрив на продуктивність сої в умовах  
фермерського господарства «Людмила» Синельниківського району  
Дніпропетровської області**

Здобувач \_\_\_\_\_ Роман ПОНОМАРЕНКО

Керівник кваліфікаційної роботи  
доцент \_\_\_\_\_ Володимир КОЗЕЧКО

Дніпро 2025 р.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Факультет – агрономічний  
Спеціальність – 201 „Агрономія”  
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«Затверджую»  
Завідувач кафедри загального  
землеробства та ґрунтознавства  
доцент Мицик О.О.

---

« 15 » вересня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

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

Роман ПОНОМАРЕНКО

**1. Тема роботи:** «Вплив мінеральних добрив на продуктивність сої в умовах фермерського господарства «Людмила» Синельниківського району Дніпропетровської області»

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

**3. Вихідні дані до роботи:**

- с.-г. підприємство – фермерське господарство «Людмила» Синельниківського району Дніпропетровської області;
- сільськогосподарська культура – соя.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити):**

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

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

- таблиці характеристики ґрунту з основними показниками родючості, структура посівних площ у господарстві;
- аналіз виробничого травматизму у господарстві;
- таблиця економічної ефективності вирощування сої.

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

Керівник

кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_

Володимир КОЗЕЧКО

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_

Роман ПОНОМАРЕНКО

### *КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН*

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	01.04.2025 – 30.04.2025	виконано
2.	РОЗДІЛ 2. Об'єкт, предмет та умови проведення досліджень	01.05.2025 – 30.06.2025	виконано
3.	РОЗДІЛ 3-4. Методика та результати проведення досліджень	15.10.2025. – 30.10.2025	виконано
4.	РОЗДІЛ 5. Економічна оцінка	15.10.2025. – 30.10.2025	виконано
5.	РОЗДІЛ 6. Охорона праці	15.11.2025. – 24.11.2025	виконано
6.	Оформлення роботи, висновки і рекомендації виробництву	06.12.2025	виконано

Керівник

кваліфікаційно роботи \_\_\_\_\_

Володимир КОЗЕЧКО

Завдання прийняв

до виконання \_\_\_\_\_

Роман ПОНОМАРЕНКО

**ЗМІСТ**

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1 Об'єкт і предмет досліджень	25
2.2 Умови проведення досліджень	25
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	48
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	52
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ	56

## РЕФЕРАТ

### **Тема кваліфікаційної роботи: Вплив мінеральних добрив на продуктивність сої в умовах фермерського господарства «Людмила» Синельниківського району Дніпропетровської області**

**Мета дослідження** – встановити оптимальну норму мінеральних добрив, яка забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сої сорту Хайстар та водночас сприяє стабілізації поживного режиму чорнозему звичайного.

**Об'єкт дослідження** – поживний режим чорнозему звичайного та особливості формування врожайності сої сорту Хайстар за різних доз мінерального удобрення.

**Предмет дослідження** – вміст елементів живлення (NPK) у орному шарі чорнозему звичайного, динаміка росту й розвитку рослин сої, структура врожаю, показники врожайності та якості зерна за різних рівнів мінерального живлення.

Встановлено, що максимальна врожайність сої сорту Хайстар зафіксована у варіанті N60P45K45. Це свідчить, що оптимальне співвідношення елементів живлення N:P:K у дозах 60:45:45 забезпечує найкращі умови для формування врожаю за рахунок інтенсивного фотосинтезу, ефективного засвоєння поживних речовин і покращення структури врожаю.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків і пропозицій для виробництва, а також переліку використаних джерел. Загальний обсяг становить 61 сторінку комп'ютерного тексту, який містить 8 таблиць і 3 рисунки. Бібліографічний список охоплює 54 найменування літературних джерел.

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

## ВСТУП

Вирощування олійних культур є однією з провідних і традиційних галузей українського рослинництва. Якщо соняшник, льон і ріпак вирощують в Україні протягом багатьох десятиліть, то соя – відносно нова культура, яка лише за останні три десятиліття посіла стабільне місце в структурі посівних площ. Початково темпи розширення посівів сої були повільними, у деякі роки навіть спостерігалось їх скорочення. Проте наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття відбувся різкий приріст площ: з 105 тис. га у 1989 році до понад 190 тис. га у 2013 році. Така динаміка зумовлена високою рентабельністю культури, яка має значний попит на світовому ринку, зокрема в країнах Європейського Союзу. У 2024 році держави ЄС імпортували понад 12,7 млн тонн сої, що відображає глобальну тенденцію до зростання споживання цієї культури. За період із 2020 по 2024 рік світове виробництво сої збільшилося з 264 до 315 млн тонн, а в Україні обсяги зросли у 16 разів – до 3,9 млн тонн, що підтверджує стратегічне значення сої у структурі українського аграрного виробництва.

**Актуальність дослідження.** Соя є однією з найцінніших білково-олійних культур, придатною для вирощування практично в усіх природно-кліматичних зонах України. Однак, за даними численних агрохімічних досліджень, генетичний потенціал урожайності сучасних сортів сої, зокрема сорту Хайстар, реалізується лише на 55–60%. Однією з причин цього є недостатній рівень живлення рослин, особливо на фоні інтенсивного землеробства та дефіциту органічних добрив. Збільшення врожайності неминуче супроводжується підвищенням виносів елементів живлення з ґрунту, тому відновлення балансу поживних речовин через раціональне застосування мінеральних добрив є актуальним і науково значущим завданням. У зв'язку з цим вивчення впливу різних норм мінерального живлення на продуктивність сої сорту Хайстар у ґрунтово-кліматичних умовах чорнозему звичайного набуває особливого практичного значення.

**Мета дослідження** – встановити оптимальну норму мінеральних добрив, яка забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сої сорту Хайстар та водночас сприяє стабілізації поживного режиму чорнозему звичайного.

**Об'єкт дослідження** – поживний режим чорнозему звичайного та особливості формування врожайності сої сорту Хайстар за різних доз мінерального удобрення.

**Предмет дослідження** – вміст елементів живлення (NPK) у орному шарі чорнозему звичайного, динаміка росту й розвитку рослин сої, структура врожаю, показники врожайності та якості зерна за різних рівнів мінерального живлення.

**Завдання дослідження:**

- дослідити вплив різних норм мінеральних добрив на забезпечення чорнозему звичайного елементами живлення (NPK) та визначити оптимальні дози для збалансованого живлення сої;
- вивчити динаміку росту, розвитку та виживання рослин сорту Хайстар упродовж вегетаційного періоду залежно від умов живлення;
- визначити зміну показників індивідуальної продуктивності рослин (кількість бобів, насінин, масу 1000 насінин) залежно від рівня удобрення;
- встановити закономірності впливу мінеральних добрив на урожайність і якість зерна сої сорту Хайстар;
- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності різних систем мінерального живлення і визначити найраціональніший варіант удобрення для чорнозему звичайного.

**Методи дослідження.** У роботі застосовано комплекс методів: польові досліді з багатофакторним варіюванням доз добрив; аналітичні методи для визначення вмісту елементів живлення в ґрунті та рослинному матеріалі; порівняльно-географічний і профільний методи для характеристики ґрунтів; вимірювально-вагові та кількісно-розрахункові методики для оцінки продуктивності рослин; методи математичної статистики для оцінки достовірності отриманих результатів.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Соя належить до родини бобових і є однорічною трав'янистою культурою. Стебло рослини прямостояче, гіллясте, вкрите опушенням, як і листки, які мають трійчасту форму. Квіти дрібні, фіолетового кольору, не мають запаху, оскільки соя запилюється самостійно. Після запилення формуються коричнюваті боби різної форми – від прямої до злегка зігнутої. Усередині бобів розміщуються насінини овальної або видовженої форми, що можуть відрізнятися за крупністю, через що маса тисячі насінин коливається в широких межах [1-3].

Коренева система сої належить до стрижневого типу, проте головний корінь короткий, а переважна маса коренів представлена довгими бічними відгалуженнями, що зосереджені в орному шарі ґрунту. Деякі корені проникають глибше, до нижніх горизонтів, забезпечуючи рослину вологою за умов посухи. Активність бульбочкових бактерій, що беруть участь у фіксації азоту, істотно зменшується при зниженні вологості до 30% польової вологоємності, особливо якщо така нестача триває понад 10 днів. У цьому випадку надземна маса рослин скорочується у 1,1–1,7 раза залежно від тривалості посушливого періоду.

Соя належить до теплолюбних культур, оптимальна сума середньодобових температур для її росту й розвитку вище  $+10^{\circ}\text{C}$  становить  $2400\text{--}3000^{\circ}\text{C}$ , а вище  $+15^{\circ}\text{C}$  – приблизно  $1800^{\circ}\text{C}$ . Насіння починає проростати вже при  $7^{\circ}\text{C}$ , однак активний ріст спостерігається при  $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ . Молоді сходи здатні короткочасно витримувати навіть незначні приморозки. Вегетаційний період культури триває  $120\text{--}150$  днів, а найбільша потреба у теплі спостерігається під час цвітіння та досягання, коли оптимальною є температура  $+18\text{...}+25^{\circ}\text{C}$  [4-6].

Потреба у волозі змінюється залежно від етапу розвитку рослин. У початкові фази вегетації, тобто від появи сходів до цвітіння, соя споживає відносно небагато води. Проте під час цвітіння, утворення бобів і досягання ця потреба різко зростає. Саме в цей період дефіцит вологи найбільш шкідливий, адже спричиняє осипання бобів і формування дрібного насіння. Крім того, нестача води чи світла може спричинити загибель від 30 до 81% квіток. Через це

посухостійкість сої вважають середньою. Для нормального розвитку культури оптимальними є умови, коли гідротермічний коефіцієнт становить 1,0–1,7, а кількість опадів за теплий період року – 250–400 мм.

Світловий режим також відіграє важливу роль у розвитку сої. Цю рослину відносять до культур короткого дня, тому більш сприятливими для її вирощування є південні регіони. Водночас рівень освітлення залежить не лише від широти місцевості, а й від густоти посівів. Надмірно загущені або, навпаки, розріджені посіви знижують рівень освітлення, що негативно позначається на урожайності. Додаткове затінення спричиняє забур'янення полів, яке також зменшує продуктивність рослин [7].

Ґрунтові умови мають вирішальне значення для росту, розвитку та продуктивності сої, оскільки саме від фізико-хімічних властивостей ґрунту залежить рівень забезпеченості рослин вологою, поживними речовинами та повітрям. Найбільш сприятливими для цієї культури є структурні, добре аеровані ґрунти з високим вмістом гумусу, достатньою вологоємністю та нейтральною або слабкокислою реакцією середовища (рН 6,0–7,0). Традиційно найвищі врожаї сої отримують на родючих чорноземах, які відзначаються оптимальним співвідношенням поживних елементів, хорошою водопроникністю і стійкою структурою. Придатними для вирощування культури є також темно-каштанові, темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти, за умови, що вони мають достатній вміст органічної речовини та не схильні до переущільнення [8].

Непридатними для сої є кислі, засолені або перезволожені ґрунти, на яких порушується діяльність бульбочкових бактерій, що забезпечують фіксацію азоту, а також утруднюється розвиток кореневої системи. На таких ділянках обов'язковим заходом перед посівом є вапнування або гіпсування залежно від характеру деградації ґрунту. Важливо також враховувати, що соя чутлива до ущільнення верхнього шару, тому на важких суглинкових і глинистих ґрунтах необхідно проводити розпушування та уникати застою води.

Оптимальні умови для росту і розвитку сої формуються в центральній частині Лісостепу України, де поєднуються достатнє теплопостачання, помірна

вологість і родючі ґрунти. Тут спостерігається найбільш сприятливий баланс між гідротермічними показниками, що забезпечує рівномірний розвиток рослин упродовж усього вегетаційного періоду. Однак навіть за межами цієї зони, зокрема у степових або поліських регіонах, можна досягати високої врожайності культури, якщо забезпечити відповідну технологію вирощування. Своєчасне внесення добрив, інокуляція насіння активними штамми ризобій, регулювання вологості та раціональний підбір попередників дозволяють адаптувати сою до різних ґрунтово-кліматичних умов і отримувати стабільні врожаї високої якості.

Отримання високих і стабільних урожаїв сої значною мірою залежить від правильно розробленої технології її вирощування, яка включає раціональний вибір попередника, систему удобрення, способи обробітку ґрунту, догляд за посівами та захист рослин. Невдало підібраний попередник, недотримання глибини обробітку чи строків посіву, а також порушення у системі удобрення або захисту рослин призводять до погіршення умов росту, пригнічення розвитку сої та значних втрат урожайності [9-12].

Серед елементів технології вирощування важливе місце посідає удобрення. Соя потребує різної кількості елементів живлення залежно від фази росту. Для формування 1 ц зерна рослина засвоює з ґрунту в середньому 6,5–7,5 кг азоту, 1,3–1,7 кг фосфору та 1,8–2,2 кг калію. На початку вегетації поживні речовини поглинаються повільно, проте у фазі бутонізації, цвітіння та формування бобів інтенсивність їх споживання різко зростає. Саме в цей час соя використовує понад дві третини азоту й фосфору та половину калію від загальної потреби. Унікальною властивістю сої є здатність засвоювати азот не лише з ґрунту, а й з атмосфери, завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, а також використовувати важкорозчинні форми фосфору та калію.

Оптимальним варіантом є внесення органічних добрив під попередник, а мінеральних – безпосередньо під сою. У наукових дослідженнях залишається дискусійним питання щодо потреби у внесенні азотних добрив. Одні науковці вважають, що азотфіксація повітряного азоту повністю забезпечує рослину необхідним елементом, а надлишок азотних сполук у ґрунті лише гальмує

формування бульбочок. Інші ж наголошують, що для активного розвитку симбіотичних бактерій потрібні оптимальні умови – добра аерація, нейтральна реакція середовища та достатня вологість. Якщо ці вимоги не дотримуються, то засвоєння азоту з атмосфери різко знижується, тому доцільним є внесення стартових доз азотних добрив під час передпосівної культивації. Так, у дослідях на темно-сірих опідзолених ґрунтах застосування добрив у нормі N34P57K90 забезпечило підвищення урожайності зерна на 54% порівняно з контрольними варіантами без добрив. Додаткові дослідження показали, що внесення по 60 кг/га діючої речовини NPK на фоні інокуляції насіння бактеріальними препаратами сприяє підвищенню інтенсивності засвоєння атмосферного азоту майже на 46 кг/га, а також покращує налив зерна [14-16].

Не менш важливою ланкою є підготовка ґрунту. Основний обробіток здійснюють восени, орючи на глибину до 30 см, що сприяє кращому розпушенню орного шару й знищенню бур'янів. Після зернових попередників рекомендують проводити лушення стерні, яке допомагає зменшити засміченість поля. Навесні ґрунт боронують і культивують на глибину посіву, забезпечуючи дрібногрудкувату структуру. Цікаво, що за даними дослідів на типових чорноземах застосування мінімального обробітку також дало позитивний ефект – урожайність сої збільшилася на 3–7 ц/га. У степових умовах підвищення врожайності спостерігали при проведенні мілкового, полицевого або чизельного обробітку на глибину 25–27 см.

Сівбу сої проводять за різними схемами – ширина міжрядь варіює від 15 до 45 см, а глибина висіву становить 4–5 см і залежить від вологості та механічного складу ґрунту. Норма висіву визначається групою стиглості сорту, способом посіву та погодними умовами. При суцільному посіві норма висіву підвищується, а найоптимальнішим строком вважають першу декаду травня, коли температура ґрунту на глибині посіву досягає 10–12°C.

Не менш важливою складовою технології є догляд за посівами. Він включає комплекс агротехнічних і хімічних заходів, спрямованих на знищення бур'янів, захист від шкідників і хвороб. Регулярне розпушування міжрядь,

застосування гербіцидів у допустимих нормах, а також моніторинг фітосанітарного стану сприяють створенню сприятливих умов для росту сої та формування високоякісного врожаю [17].

Одним із найважливіших елементів сучасної технології вирощування сої є застосування бактеріальних і мікробних препаратів, які містять активні штами азотфіксувальних бактерій. Ці мікроорганізми, потрапляючи в кореневу систему, формують специфічні бульбочки, у яких відбувається фіксація атмосферного азоту. Завдяки цьому соя отримує до половини необхідного їй азоту без використання мінеральних добрив, що робить такий спосіб живлення не лише ефективним, а й екологічно безпечним. Бульбочкові бактерії не лише збагачують ґрунт доступними сполуками азоту, а й продукують біологічно активні речовини, які стимулюють розвиток кореневої системи, покращують стійкість рослин до фітопатогенів і сприяють збільшенню врожайності. Зазвичай інокуляцію насіння проводять у переддень сівби або безпосередньо перед посівом, щоб забезпечити максимальну життєздатність мікроорганізмів. Уже через тиждень після появи сходів на коренях починають формуватися бульбочки, а активне поглинання азоту триває протягом усього вегетаційного періоду аж до старіння рослин.

Ефективність бактеріальних препаратів проявляється навіть на родючих ґрунтах, де природна забезпеченість поживними речовинами є високою. Зокрема, дослідження на типовому чорноземі показали, що обробка насіння препаратом Ризогумін сприяла інтенсивнішому росту рослин і збільшенню урожаю на 19% порівняно з контролем. Подібні результати отримано й при використанні препарату Ризоторфін, який забезпечував приріст зерна на 3–4 ц/га. Ефективність інокуляції може підсилюватися при поєднанні її з обприскуванням рослин у період вегетації мікродобривами або стимуляторами росту. Так, спільне застосування Ризогуміну, мікродобрива Реаком і стимулятора Біосил на чорноземах північно-східного Лісостепу підвищило врожайність сої на 28%. При цьому комбінація Ризогуміну та Біосилу на фоні мінерального удобрення N40P40K40 забезпечувала додаткове зростання врожайності на 17% [18].

Однак не всі мікробні композиції діють однаково. У ряді досліджень зафіксовано, що поєднання штамів *Bradyrhizobium japonicum* 6346 із *Rhizobium galegae* 0703 може дещо сповільнювати розвиток кореневої системи, хоча на стан надземної частини це не впливає негативно. У зв'язку з цим науковці вважають перспективним подальше вивчення комбінованого використання різних мікроорганізмів, коригування їхнього співвідношення і бактеріального навантаження, що дасть змогу підвищити ефективність азотфіксації.

Досить цікавими є результати щодо сумісного використання бактеріальних препаратів і мікроелементів. Було встановлено, що додавання карбоксилатів молібдену, заліза або германію активізує процес азотфіксації, збільшуючи масу корневих бульбочок і загальну біомасу рослин. Поєднання германію, молібдену та бактерій *Bradyrhizobium japonicum* забезпечує приріст урожайності на 10%, а суміш германію, заліза та тих самих бактерій – на 13%. Такі результати підтверджують важливість мікроелементного живлення, особливо бору, кобальту й молібдену, які є ключовими для розвитку бульбочкових бактерій [19-23].

Регулятори росту також відіграють значну роль у підвищенні врожайності сої. Зокрема, застосування препаратів Біосил і Біолан покращує схожість насіння, збільшує кількість бобів на рослині, підвищує масу тисячі насінин і формує більш вирівняний урожай. Загальний приріст врожайності при цьому становить 13–18%. Окрім цього, листкове підживлення бактеріальними препаратами у фазі перших трійчастих листків і бутонізації дає змогу підвищити урожайність ще на 1,5–2,3 ц/га.

Щодо системи мінерального живлення, то фосфорні та калійні добрива найдоцільніше вносити під основний обробіток ґрунту, забезпечуючи рослинам запас поживних речовин на початок вегетації. Якщо ж уміст азоту у ґрунті невисокий, частину азотних добрив рекомендують додавати під час передпосівної культивування, а решту – використовувати у формі підживлень. Такий підхід дозволяє уникнути дефіциту елементів живлення в критичні періоди росту та підтримувати активність бульбочкових бактерій.

Завершальним етапом технології є збирання врожаю, яке проводять методом прямого комбайнування після досягнення повної стиглості зерна. За необхідності перед збиранням застосовують десиканти для вирівнювання посівів і зменшення вологості насіння. Такий підхід забезпечує мінімальні втрати і сприяє збереженню якості зерна під час збирання та подальшого зберігання.

Зміни, що відбуваються у ґрунті під впливом удобрення, охоплюють широкий спектр процесів – від фізичних і фізико-хімічних до агрохімічних. Інтенсивність і напрям цих змін залежать від складу та доз добрив, умов зволоження, механічного складу ґрунту і його початкових властивостей. Кожен тип ґрунту має певну буферну здатність – властивість зберігати стабільність своїх показників при дії зовнішніх чинників. Проте коли рівень удобрення перевищує межу буферності, відбувається трансформація основних параметрів ґрунтового середовища, що впливає як на родючість, так і на довготривалу екологічну рівновагу агроценозу [24].

Суттєві зміни виявляються у гумусовому стані ґрунту, який є ключовим показником його родючості. Внесення органічних добрив сприяє підвищенню запасів гумусу в орному шарі та поліпшенню його якісного складу. Такі добрива стимулюють утворення фракцій гумінових кислот, які відіграють важливу роль у формуванні стійкої структури ґрунту, поліпшенні водоутримуючої здатності та накопиченні поживних елементів. Дослідження свідчать, що органічна система удобрення темно-сірого опідзоленого ґрунту, з внесенням у сівозміні 17,5 т/га органічної речовини, сприяє приросту вмісту гумусу на 0,58% після п'яти ротацій культур. Подібна тенденція простежується і при застосуванні ферментованих добрив, виготовлених на основі мулу стічних вод, курячого посліду та торфу. Такі добрива не лише підвищують концентрацію гумусу, але й покращують поживний режим, збагачуючи ґрунт доступними формами фосфору та калію. Особливо ефективними у цьому плані виявилися препарати типу Біотерм-С, які, за результатами дослідів, помітно покращують агрохімічні властивості ґрунту.

На відміну від органічних, мінеральні добрива мають складніший і менш однозначний вплив на гумусовий стан. У більшості випадків їхня дія оцінюється як частково негативна, оскільки вони здатні підвищувати рухомість окремих фракцій гумусових речовин, що за умов надлишкового зволоження призводить до їх вимивання з орного шару. Тривале внесення лише мінеральних добрив спричиняє збільшення частки фульвокислот у складі гумусу, знижуючи його стабільність. Разом з тим, результати досліджень, проведених на чорноземі опідзоленому, свідчать, що використання повного мінерального добрива забезпечує кращий баланс поживних елементів і позитивніше впливає на стан гумусу, ніж застосування односторонніх фосфорно-калійних чи азотно-калійних сумішей. Це підтверджує важливість збалансованого співвідношення основних елементів живлення у системі удобрення, особливо при довготривалому обробітку ґрунту [26-29].

Таким чином, удобрення є потужним фактором трансформації ґрунтового середовища. Органічні добрива виступають засобом відновлення й збагачення гумусового горизонту, тоді як надлишок мінеральних без належного контролю може призводити до деградаційних процесів. Найефективнішим є поєднання обох систем удобрення у раціональних дозах, що забезпечує підтримання родючості ґрунтів, покращення їхньої структури та стабільність агроecosистем у довготривалій перспективі.

Система удобрення істотно впливає на фізичні, хімічні й біологічні властивості ґрунту, визначаючи його родючість і тривалу продуктивність агроценозів. Різні типи добрив по-різному змінюють реакцію середовища, структуру, вміст гумусу та поживний режим. Так, мінеральні добрива зазвичай підкислюють ґрунтовий розчин, спричиняють зростання гідролітичної кислотності та активізують процес вилуговування катіонів-основ. Найінтенсивніше це спостерігається при використанні азотних або комбінованих азотно-фосфорних і азотно-калійних сполук. Водночас фосфорні й калійні добрива мають менш виражений кислототворний ефект. Навпаки, внесення органічних добрив зменшує обмінну та гідролітичну кислотність, підвищує

насиченість ґрунту основами, покращує його структуру та водно-повітряний режим. Такі закономірності фіксуються на різних типах ґрунтів, зокрема на темно-сірих опідзолених і чорноземних [30-35].

Органічна система удобрення позитивно впливає й на фізичні властивості ґрунту. На сірому лісовому ґрунті, наприклад, щільність орного шару при її застосуванні знижується приблизно на 5% у порівнянні з мінеральною системою. Додаткові дослідження засвідчили переваги так званої відновлювальної системи удобрення, яка поєднує використання органічних і мінеральних добрив із побічними рослинними рештками, сприяючи покращенню агрегатного стану й загальної пористості ґрунту.

Наукові спостереження також показали, що внесення добрив безпосередньо впливає на гумусовий стан. Зокрема, на чорноземах тривале застосування органо-мінеральної системи (поєднання гною та мінеральних добрив) сприяє стабілізації або навіть нарощуванню вмісту гумусу не лише в орному, а й у підорному шарах. Так, за 40-річних досліджень у плодоовочевій сівозміні приріст гумусу до контролю без добрив становив 0,22%. На типових чорноземах найкращі результати отримано при внесенні 12 т/га гною разом із N95P82K72, тоді як підвищення дози до 16 т/га гною та збільшення норми мінеральних компонентів забезпечувало зростання вмісту гумусу в сівозміні. У зерно-просапних сівозмінах при такій же системі удобрення або за поєднання мінеральних добрив із поживними рештками спостерігалось лише незначне зниження гумусу (на 0,07–0,10%) [36].

Регулювання поживного режиму ґрунту досягається найшвидше за рахунок мінеральних добрив, адже поживні елементи в них перебувають у легкодоступній формі. Однак дія таких добрив є короткочасною. Натомість органічні речовини діють повільніше, але триваліше, поступово забезпечуючи стабільне живлення рослин і підтримуючи мікробіологічну активність. Особливо ефективним є поєднання обох систем. На чорноземі типовому внесення 10 т/га гною разом із N45P42K55 підвищувало вміст нітратного азоту в орному шарі та зменшувало його втрати через іммобілізацію. Проте надмірне збільшення норм

мінеральних добрив (до N75P60K75) призводило до накопичення поживних речовин у нижніх горизонтах, що могло зумовлювати їх непродуктивні втрати з ґрунту [37-41].

Проблемою залишається дефіцит органічних добрив унаслідок скорочення тваринництва. За оцінками дослідників, для підтримання стабільного рівня гумусу в ґрунтах України необхідно щорічно вносити близько 340 млн т органічних добрив, тоді як у 2019 році їх фактичний обсяг становив лише 11,3 млн т – тобто на 85% менше від потреби. У таких умовах актуальним напрямом стало використання сидеральних культур і побічних рослинних решток для поповнення запасів органічної речовини. Застосування сидератів у поєднанні з мінеральними добривами сприяє підвищенню вмісту лужногідролізованого азоту, рухомих форм фосфору та калію, а також активізує біологічні процеси у ґрунті, що покращує його агрохімічні показники [42-45].

Разом із тим, результати тривалих спостережень свідчать, що жодна система удобрення не є абсолютно стабільною. На типових чорноземах, наприклад, від'ємний баланс азоту та калію може формуватися навіть за органічної чи органо-мінеральної систем, тоді як позитивний баланс фосфору забезпечують переважно мінеральні або комбіновані схеми. Це підкреслює складність взаємодії між добривами та ґрунтовими процесами і вимагає подальших ґрунтових досліджень для визначення оптимальних пропорцій і стратегій удобрення різних типів ґрунтів.

Огляд наукової літератури свідчить, що реакція врожайності сої на мінеральні добрива визначається стартовою забезпеченістю ґрунту елементами живлення, погодними умовами, фазою розвитку рослин і взаємодією з біологічною азотфіксацією. Узгоджено показано, що за критично низьких значень рухомих форм у ґрунті соя чутливо реагує насамперед на фосфор і калій, тоді як ефект від азоту і сірки виражений лише в частині локацій і за специфічних обмежень середовища. Такий контекст-залежний характер відгуку обумовлює перехід від «норм за замовчуванням» до систем калібрування за результатами ґрунтово-рослинної діагностики [46-52].

У питанні азотного живлення базовим орієнтиром є висновки метааналізів, згідно з якими 50–60% потреби сої в N зазвичай покривається симбіотичною фіксацією, а внесення мінерального азоту часто знижує активність бульбочкових бактерій і не гарантує прибавки врожаю. Разом із тим у високопродуктивних або малогумусних системах, а також за пізнього фазового внесення (R3–R5) фіксовано позитивні, але непостійні ефекти, що підтверджує доцільність точкового, діагностично обґрунтованого підживлення азотом.

Фосфор посідає центральне місце серед лімітуючих елементів для сої завдяки ролі в енергообміні, коренеутворенні та азотфіксації. Багаторічні польові серії демонструють виразну прибавку врожаю за низьких тестових значень P і відсутність економічно виправданої відповіді, коли рівень забезпеченості наближений або вищий за критичний. Оновлені дані з різних регіонів (США, Бразилія, Аргентина) підтверджують, що калібрування норм P за місцевими порогами Mehlich-3 підвищує імовірність відгуку та ефективність використання добрив.

Калій впливає на осмотичну регуляцію, транспорт вуглеводів і білкоутворення, що проявляється у стійкішій продуктивності за посухи та інтенсивнішому наливі насіння. Економічно оптимальні дози K істотно варіюють залежно від винесення й буферної здатності ґрунту; найбільші прибавки фіксують на ґрунтах із низьким STK, тоді як за оптимального/високого STK очікувана відповідь є мінімальною. У зрошуваних системах на дефіцитних ґрунтах позитивний ефект калійного удобрення підтверджується незалежними польовими серіями.

Сірка дедалі частіше стає обмежувальним фактором через зниження атмосферних надходжень і винос із урожаєм. Багато локаційні дослідження вказують на статистично значущі прибавки в частині локацій, зокрема на грубозернистих і бідних S ґрунтах; ефект залежить від джерела (амоній сульфат, гіпс), норми і поєднання з N. Висновок більшості випробувань – доцільність сірчаного удобрення підтверджувати діагностикою ґрунту та тканин і враховувати попередник.

Роль мікроелементів має вибірковий і середовищезумовлений характер. Молібден і кобальт критичні для нітрогенази й активності бульбочкових бактерій; у низці робіт показано підвищення врожайності та вмісту білка за передпосівної обробки насіння або позакореневого внесення сполук Mo/Co, тоді як ширші «коктейлі» мікродобрів дають суперечливі результати без підтвердженого дефіциту. Останні публікації також демонструють безпечність і технологічну життєздатність насіннєвого збагачення Mo/Co за відсутності негативного впливу на материнські рослини [53].

Огляд сучасних наукових джерел свідчить, що ефективність мінерального живлення сої істотно залежить від типу ґрунту, рівня його родючості, погодних умов, фази розвитку культури та інтенсивності симбіотичної азотфіксації. У контексті вирощування сої сорту Хайстар на чорноземах звичайних дослідники підкреслюють важливість збалансованого внесення макро- та мікроелементів, яке дозволяє забезпечити стабільний ріст, інтенсивне формування репродуктивних органів і високу врожайність.

Азот, фосфор і калій є основними елементами, що визначають рівень урожайності сої. Проте, на чорноземах звичайних із середнім і високим вмістом гумусу надмірне внесення азотних добрив часто знижує активність бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum*, пригнічуючи природну азотфіксацію. Тому більшість авторів рекомендують застосовувати азот переважно у стартових дозах (20–30 кг/га N) перед посівом або на ранніх фазах розвитку культури. Дослідження на чорноземі звичайному свідчать, що додаткове азотне живлення у фазі бутонізації або наливу бобів може сприяти підвищенню врожайності сої сорту Хайстар, однак лише за умов недостатньої активності симбіотичного апарату або дефіциту вологи у верхньому шарі ґрунту.

Фосфор належить до ключових елементів, що визначають енергетичний метаболізм рослин і активність бульбочкових бактерій. На чорноземі звичайному встановлено, що внесення мінерального фосфору у нормі P60–90 забезпечує найвищі показники урожайності сої Хайстар, особливо за низького рівня рухомих фосфатів у ґрунті. Оптимальна забезпеченість фосфором сприяє

розвитку кореневої системи, кращому утворенню бобів і підвищенню маси 1000 насінин. При надлишковому внесенні фосфору (понад P100) істотного зростання врожайності не спостерігається, проте зростає коефіцієнт використання фосфору з ґрунту.

Калій, як осмотичний регулятор, відіграє значну роль у формуванні білка та забезпеченні стійкості сої до посухи, що особливо важливо для умов чорноземів звичайних степової зони. Оптимальні результати спостерігали при внесенні K60–90, що забезпечувало підвищення урожайності сорту Хайстар на 8–12% у порівнянні з контролем без калійного удобрення. При цьому в період активного наливу бобів концентрація калію в тканинах рослин досягає максимуму, що підтверджує необхідність його наявності у доступній формі на ранніх етапах росту.

Сірка дедалі частіше розглядається як четвертий за значенням елемент живлення для сої. На чорноземах звичайних її нестача спостерігається переважно за інтенсивного використання мінеральних добрив без систематичного внесення органіки. За даними багаторічних спостережень, внесення 20–30 кг/га S (у формі амоній сульфату або гіпсу) забезпечує підвищення врожайності сої Хайстар на 0,2–0,4 т/га, особливо у варіантах з високими дозами фосфору. Сірка також сприяє підвищенню вмісту сирого білка в насінні та покращенню якісного складу амінокислот.

Мікроелементи, зокрема молібден, кобальт і бор, мають особливе значення для азотфіксації та формування генеративних органів сої. Передпосівна обробка насіння Хайстар бактеріальним препаратом *Ризогумін* у поєднанні з молібденовмісним мікродобривом (25 г Мо/га) та обприскування у фазі бутонізації 0,1%-м розчином борної кислоти забезпечували приріст урожаю до 0,5 т/га. Це пояснюється стимулюванням утворення бульбочок, посиленням азотного обміну та зниженням абортації квіток.

Важливою умовою підвищення ефективності мінеральних добрив є їх поєднання з біологічними препаратами. Для сорту Хайстар на чорноземі звичайному ефективним виявилось застосування інокуляції насіння разом із

внесенням N30P60K60, що забезпечувало приріст урожайності на 12–15% порівняно з контролем без добрив. Таке поєднання сприяє оптимізації живлення, покращує фіксацію атмосферного азоту та формування високоякісного насіння.

Дослідження тривалого впливу системи удобрення показують, що на чорноземах звичайних мінеральні добрива змінюють фізико-хімічні властивості орного шару: знижується кислотність, збільшується вміст рухомих форм фосфору та калію, стабілізується рівень гумусу. За умови правильного чергування культур і періодичного внесення органічної маси (сидератів або побічних решток) зберігається позитивний баланс поживних речовин у ґрунті, а ефективність мінеральних добрив під соєю Хайстар залишається стабільною протягом декількох ротацій сівозміни.

Важливе місце у сучасних рекомендаціях посідає інтеграція мінерального живлення з інокуляцією. Підтримання достатньої доступності P і S покращує формування бульбочок і білкоутворення, тоді як надлишкові доступні форми N здатні пригнічувати симбіоз; відтак «стартові» або фазові дози азоту доречні лише за умов, що реально обмежують біологічну фіксацію. Практичні протоколи дедалі частіше спираються на локальні таблиці критичних рівнів Mehlich-3 для P і K, коригування норм за очікуваним винесенням та економічну оптимізацію доз добрив у поєднанні з аналізами листкової діагностики.

Провідною теоретичною засадою є баланс між мінеральним живленням і симбіотичною азотфіксацією. Класичний метааналіз показав, що в середньому 50–60% азотної потреби сої забезпечується фіксацією N<sub>2</sub>, тоді як решта надходить із ґрунту та добрив; одночасно основні детермінанти реакції на азотне підживлення включають стартову забезпеченість азотом, погодні стреси та фазу внесення. Надмірні дози мінерального N здатні пригнічувати активність бульбочок, тоді як цільові «пізні» підживлення в окремих умовах дають прибавки, але ефект непостійний і сильно середовищезумовлений. Оновлені огляди підтверджують негативний вплив надлишкового доступного N на фіксацію і підкреслюють потребу діагностично обґрунтованих доз, синхронізованих з критичними фазами розвитку рослин [54].

Фосфор виступає провідним лімітуючим елементом через участь у енергетичному метаболізмі, формуванні кореневої системи та підтриманні азотфіксації. Багаторічні польові серії та калібрувальні дослідження за Mehlich-3 підтверджують, що за низьких тестових значень P спостерігаються стабільні прирости врожаю й підвищення ефективності використання добрив, тоді як при досягненні або перевищенні критичних порогів реакція часто нівелюється. Окремі регіональні роботи уточнюють інтерпретацію Mehlich-3 і наголошують на необхідності локальної калібровки критичних рівнів, оскільки аналітичні методики (зокрема ІСР-визначення) можуть систематично зсувати значення порівняно з «класичними» шкалами. Сучасні дані з півдня США демонструють корисність великих баз «доза–відгук» для валідації порогів забезпеченості P та економічної оптимізації норм.

Калій визначає осмотичну регуляцію, транспорт вуглеводів і білкоутворення, тим самим підвищуючи стабільність продуктивності за посухи та сприяючи наливу насіння. Узагальнення даних з сучасних сортів фіксує високі потреби в K у період інтенсивного росту, а також значні винесення з урожаєм; водночас економічно доцільні норми істотно залежать від буферної здатності ґрунту та базового рівня обмінного K. Динамічні дослідження розподілу поглинання вказують, що до стадії R2 рослина може вже акумулювати понад третину максимального K, а до R4 – близько двох третин, що підкреслює важливість ранньої забезпеченості та обмежену ефективність «пізнього» коригування калійного дефіциту. Зведені матеріали щодо сучасних агрофонів показують, що прирости врожайності від K-удобрення найбільш виразні на легких і виснажених ґрунтах, тоді як у системах із довготривалим поверненням решток і достатнім STK ефект зменшується.

Сірка дедалі частіше обмежує продуктивність через зниження атмосферних депозицій і винос із продукцією. Багатофокаційні випробування на піщаних і малогу́мусних субстратах показують значущі прирости в підмножині ділянок, причому вираженість ефекту залежить від джерела (амоній сульфат, гіпс), норми та початкового запасу сульфатної S. Останні узагальнення з

середнього Заходу США наводять частку відгуків у межах приблизно п'ятої частини майданчиків і пропонують критичні інтервали Mehlich-3 S близько 7–11 мг/кг (залежно від глибини відбору) як орієнтири для ідентифікації S-дефіцитних ситуацій, що добре корелюють із відносною урожайністю. Практичний висновок полягає у підтвердженні доцільності сірчаного удобрення за результатами ґрунтово-рослинної діагностики з урахуванням попередника, текстури ґрунту й історії удобрення.

Мікроелементи проявляють селективний і сильно середовищезумовлений ефект. Молібден і кобальт є критичними кофакторами нітрогенази, а отже впливають на утворення бульбочок і активність фіксації азоту. Довготривала експериментальна традиція підтверджує, що насіннєве або позакореневе внесення сполук Mo/Co в умовах дефіциту або кислих ґрунтів здатне підвищувати вузлування, азотний статус і врожай, водночас сучасні дослідження на материнських рослинах не виявляють негативних наслідків від контрольованого збагачення насіння цими елементами. Окремі новітні польові роботи також фіксують підвищення вмісту білка й урожайності при сумісному позакореневому внесенні Mo і Co. Сукупно це аргументує доцільність адресного застосування мікроелементів після підтвердження дефіциту аналізами ґрунту та тканин, з урахуванням рН і органо-мінеральної матриці.

Інтеграція мінерального живлення з інокуляцією є ключовою для стабільної віддачі. Синергія між доступністю P і S та активністю бульбочкових бактерій підвищує інтенсивність фіксації й білкоутворення, тоді як надлишкові дози доступного N закономірно знижують вклад симбіозу у забезпечення потреб рослини. Сучасні протоколи управління живленням сої спираються на локально калібровані критичні рівні для Mehlich-3 P і K, перевірку забезпеченості S, обережні стартові або фазові внесення N лише за умов обмеження фіксації, а також на листову діагностику для оперативного коригування. Такий «діагностично керований» підхід послідовно асоціюється з економічно виправданими і стабільними прибавками врожайності у виробничих умовах різних регіонів.

З позицій часової динаміки засвоєння елементів сучасні моделі росту та експериментальні серії на сортах інтенсивного типу демонструють виражену акумуляцію К до середини репродуктивного періоду й порівняно нижчу частку раннього засвоєння Р, тоді як азотне живлення визначається сумарним внеском ґрунтового-добривного N та фіксації з піками попиту в період цвітіння–наливу насіння. Навіть за фонового підживлення збільшення загальної сухої маси і врожайності може становити близько 3–9%, що транслюється у більші акумуляції макроелементів; однак абсолютні прибавки істотно варіюють між локаціями через різний початковий статус ґрунту. Ці спостереження підкреслюють важливість синхронізації забезпечення елементами з фазовими «вікнами попиту» та уникнення як дефіцитів, так і надлишків, що не конвертуються в урожай.

Узагальнюючи, більшість джерел сходяться на тому, що вплив мінеральних добрив на урожайність сої має чітко виражений контекстний характер. Найвищу імовірність відгуку забезпечує корекція фосфорного та калійного живлення за дефіцитів рухомих форм, адресне застосування сірки на бідних або грубозернистих субстратах і дуже обережне, діагностично обґрунтоване азотне підживлення лише за умов, що реально обмежують біологічну фіксацію. Ці стратегії, інтегровані з правильною інокуляцією та агротехнікою, формують основу для стабільних, статистично підтверджених і економічно виправданих приростів урожайності сої у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Узагальнюючи, література окреслює такий ієрархічний підхід: пріоритетне забезпечення фосфором і калієм на ґрунтах із дефіцитом рухомих форм; перевірка потреби в сірці на бідних або грубозернистих субстратах; обережні, діагностично обґрунтовані азотні підживлення лише там, де обмежена азотфіксація; адресне застосування мікроелементів після підтвердження дефіциту. Саме цільове, діагностично кероване мінеральне живлення, інтегроване з правильною інокуляцією та агротехнікою, найчастіше приводить до стабільних і економічно виправданих приростів урожайності сої.

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

### **2.1 Об'єкт і предмет досліджень**

**Мета дослідження** – встановити оптимальну норму мінеральних добрив, яка забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу сої сорту Хайстар та водночас сприяє стабілізації поживного режиму чорнозему звичайного.

**Об'єкт дослідження** – поживний режим чорнозему звичайного та особливості формування врожайності сої сорту Хайстар за різних доз мінерального удобрення.

**Предмет дослідження** – вміст елементів живлення (NPK) у орному шарі чорнозему звичайного, динаміка росту й розвитку рослин сої, структура врожаю, показники врожайності та якості зерна за різних рівнів мінерального живлення.

### **2.2 Умови проведення досліджень**

Фермерське господарство «Людмила» розташоване в Синельниківському районі Дніпропетровської області, у межах степової природно-кліматичної зони, що характеризується сприятливими умовами для вирощування зернових і олійних культур. Господарство є зареєстрованою юридичною особою та функціонує на підставі Статуту, затвердженого відповідно до чинного законодавства України. Згідно з даними Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України, ФГ «Людмила» (код ЄДРПОУ 21899269) офіційно створене у 1992 році. Місцезнаходження господарства – село Дерезувате, Синельниківського району Дніпропетровської області. Керівником підприємства є Чабаненко Микола Миколайович, який має багаторічний досвід роботи в аграрному секторі.

Основним видом діяльності господарства відповідно до класифікації видів економічної діяльності є вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур (КВЕД 01.11). Це свідчить про чітку рослинницьку спеціалізацію підприємства, орієнтовану насамперед на

виробництво високоякісного зерна сої, пшениці, кукурудзи, ячменю та соняшнику. Господарство використовує чорнозем звичайний, який є одним із найродючіших типів ґрунтів у регіоні. Чорноземи цього типу відзначаються високим вмістом гумусу (4,5–6%), доброю структурою, високою водопроникністю і вологоємністю, що створює оптимальні умови для розвитку кореневої системи сільськогосподарських культур.

Площа сільськогосподарських угідь господарства становить близько 350 га (точна площа щорічно уточнюється відповідно до даних орендного землекористування). Основна частина земельного банку зосереджена під зерновими та олійними культурами, що зумовлено кліматичними особливостями степової зони.

У структурі посівних площ фермерське господарство «Людмила» приділяє значну увагу вирощуванню сої сорту Хайстар, яка має високий потенціал урожайності, добру адаптованість до умов чорнозему звичайного і стійкість до вилягання та осипання. Цей сорт належить до середньостиглих, характеризується дружнім дозріванням, високим вмістом білка (до 39%) та олії (до 21%). Застосування сучасних агротехнологій і збалансованої системи мінерального живлення дає змогу стабільно отримувати врожайність сої в межах 2,5–3,0 т/га, а за сприятливих погодних умов – понад 3,5 т/га.

ФГ «Людмила» проводить системну роботу щодо підвищення родючості ґрунтів, оптимізації структури посівних площ та впровадження науково обґрунтованих сівозмін. У господарстві застосовують мінеральні добрива у відповідності до потреб кожної культури, що дозволяє підтримувати баланс поживних елементів у ґрунті. Внесення органічних добрив здійснюється за наявності побічної продукції або через використання сидеральних культур. При вирощуванні сої Хайстар велика увага приділяється передпосівній інокуляції насіння активними штамми *Bradyrhizobium japonicum*, що забезпечує ефективну біологічну фіксацію азоту та підвищує коефіцієнт використання поживних речовин.

Матеріально-технічна база господарства включає сучасну сільськогосподарську техніку для виконання комплексу польових робіт: трактори, сівалки, культиватори, обприскувачі, зернозбиральні комбайни. Значну увагу приділено зберіганню та доробці зерна – на території господарства функціонує зерновий склад і сушильний комплекс, що забезпечує належну якість продукції перед реалізацією. Господарство підтримує партнерські зв'язки з місцевими переробними підприємствами та аграрними кооперативами, що сприяє стабільному збуту продукції.

Економічна діяльність фермерського господарства «Людмила» має позитивну динаміку. Висока рентабельність вирощування сої, стабільний попит на внутрішньому й зовнішньому ринку, а також родючі ґрунти Синельниківського району забезпечують господарству конкурентоспроможність і сталий розвиток. Підприємство системно впроваджує нові агротехнології, зокрема елементи точного землеробства, моніторинг стану посівів за допомогою цифрових засобів та аналіз агрохімічного складу ґрунтів.

Синельниківський район розташований у південно-східній частині Дніпропетровської області та належить до степової кліматичної зони. Клімат району помірно континентальний, з теплим і посушливим літом та помірно холодною зимою. Середньорічна температура повітря становить близько  $+8,8$  °С. Зими малосніжні, з частими відлигами, а літо спекотне, із середньою температурою липня  $+22...+23$  °С. Безморозний період триває близько 190–220 днів.

Річна кількість опадів у середньому становить 400–450 мм, причому основна їх частина припадає на теплу пору року – травень–серпень. Для району характерні періодичні посухи, особливо в липні та серпні, що вимагає впровадження водозберігаючих технологій землеробства.

Загалом кліматичні умови Синельниківського району є сприятливими для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої сорту Хайстар, пшениці, ячменю, кукурудзи та соняшнику.

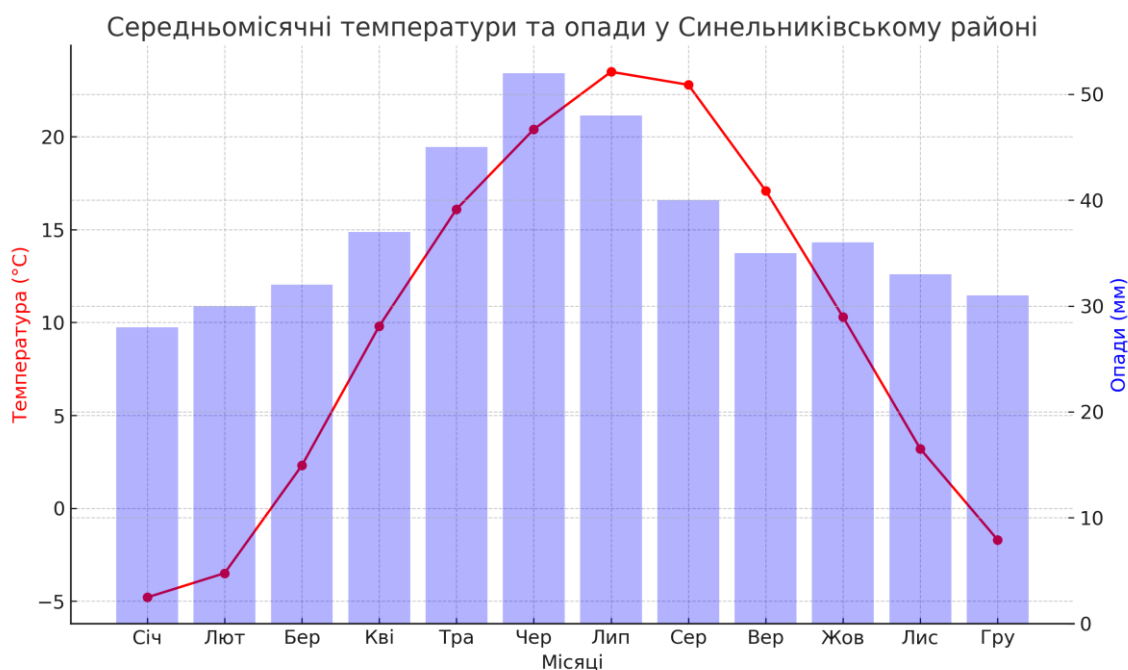


Рис. 2.1. Середньомісячні температури та кількість опадів у Синельниківському районі.

Грунтовий покрив Синельниківського району Дніпропетровської області відзначається високою родючістю та різноманітністю типів ґрунтів, що зумовлено поєднанням рівнинного рельєфу, степового клімату та тривалого періоду ґрунтоутворення. Територія району належить до північного степу України, де сформувалися переважно чорноземні ґрунти, які становлять основу сільськогосподарського виробництва регіону.

Провідним типом ґрунтів Синельниківського району є чорноземи звичайні. Вони утворилися на лесових суглинках під багаторічною трав'янистою рослинністю степу. Для цих ґрунтів характерний високий вміст гумусу (у межах 4,5–6,0% у верхньому орному шарі), потужний гумусовий горизонт (від 60 до 100 см), добре виражена зернисто-грудкувата структура та значна вологосміність. Чорноземи звичайні мають нейтральну або слабколужну реакцію ґрунтового розчину (рН 6,8–7,5), що створює сприятливі умови для засвоєння поживних елементів рослинами. Вони відзначаються високою ємністю катіонного обміну та добрими водно-фізичними властивостями – оптимальне співвідношення твердих часток і пор сприяє рівномірному накопиченню та утриманню вологи.

У понижених частинах рельєфу та в заплавах балок зустрічаються чорноземи солонцюваті та осолоділі, які мають дещо нижчий уміст гумусу (3,0–4,0%) і характеризуються періодичним перезволоженням. У таких ґрунтах часто спостерігається підвищений уміст натрію, що може спричинити зниження водопроникності та ущільнення орного шару. У господарській діяльності ці ґрунти вимагають систематичного внесення органічних добрив і глибокого розпушування для поліпшення їх фізичних властивостей.

На невеликих ділянках у південній частині району трапляються темно-каштанові ґрунти, які формуються в умовах більш вираженого дефіциту вологи. Вони мають меншу потужність гумусового горизонту (40–60 см) і нижчий вміст органічної речовини (2,5–3,5%), проте завдяки сприятливій гранулометричній структурі та добрій аерації також можуть ефективно використовуватися в землеробстві.

У заплавах річок Вовча, Бик та їхніх приток поширені лучно-чорноземні та дерново-лучні ґрунти, які відзначаються підвищеним умістом гумусу (до 6–7%) і високою природною вологістю. Ці ґрунти придатні для вирощування кормових культур, овочів, а також для створення сіножатей і пасовищ. Їх родючість істотно залежить від гідрологічного режиму, тому надмірне осушення або, навпаки, підтоплення може призводити до втрати структури й деградації верхнього шару.

Механічний склад ґрунтів Синельниківського району переважно середньосуглинковий. Такий склад забезпечує високу вологомісткість і стійкість до розпилення, що є важливою перевагою під час інтенсивного землеробства. Водночас у посушливі роки можливе тимчасове пересихання верхнього горизонту, особливо за відсутності рослинного покриву, тому доцільним є застосування технологій мінімального обробітку ґрунту та мульчування.

Ґрунтові ресурси району відзначаються значним сільськогосподарським потенціалом. Чорноземи звичайні становлять понад 70% усієї площі орних земель, що забезпечує високий рівень урожайності основних культур – пшениці, ячменю, кукурудзи, соняшнику та сої. При дотриманні збалансованої системи

удобрення та сівозміни ці ґрунти зберігають свою родючість протягом тривалого часу.

Ґрунтовий покрив Синельниківського району представлений переважно чорноземами звичайними, чорноземами солонцюватими, лучно-чорноземними, дерново-лучними та темно-каштановими ґрунтами.

Таблиця 2.1

**Узагальнена таблиця основних характеристик ґрунтів, поширених у межах Синельниківського району.**

Тип ґрунту	Глибина гумусового горизонту, см	Вміст гумусу, %	Реакція ґрунтового розчину (рН)	Механічний склад
Чорнозем звичайний	60–100	4,5–6,0	6,8–7,5	Середньосуглинковий
Чорнозем солонцюватий	40–80	3,0–4,0	7,5–8,0	Суглинковий
Лучно-чорноземний	70–110	5,0–6,5	6,5–7,2	Середньосуглинковий
Дерново-лучний	50–80	4,0–5,5	6,0–6,8	Легкосуглинковий
Темно-каштановий	40–60	2,5–3,5	7,2–8,0	Легкосуглинковий

Як видно з таблиці, ґрунтовий покрив району характеризується високою природною родючістю, особливо чорноземів звичайних. Проте для підтримання сталого рівня родючості важливо застосовувати раціональні системи удобрення, сидерацію та мінімальний обробіток ґрунту, що сприятиме збереженню структури й гумусового стану.

Важливим аспектом ефективного використання ґрунтів Синельниківського району є збереження гумусового стану. Надмірна інтенсивність обробітку та

нестача органічних добрив призводять до поступового зниження вмісту гумусу. За результатами агрохімічного моніторингу, за останні десятиліття у деяких господарствах району фіксується зниження гумусу на 0,2–0,3% у верхньому шарі. Тому рекомендується застосування комбінованих систем удобрення, які включають органічні, мінеральні та сидеральні добрива, що сприяють стабілізації структури та покращенню мікробіологічної активності ґрунту.

Водночас у зв'язку з кліматичними змінами (підвищення температури, збільшення випаровування, частіші посухи) важливим завданням стає підтримання оптимального водного режиму. Для цього впроваджуються технології збереження вологи, зокрема безпліцевий обробіток, залишення стерні після збирання врожаю, мульчування та застосування покривних культур.

### РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полевий дослід із вивчення впливу мінеральних добрив на урожайність сої сорту Хайстар проводили на чорноземі звичайному в умовах степової зони Дніпропетровської області. Ділянка рівнинна, з середньосуглинковим механічним складом ґрунту. Клімат району характеризується помірно континентальним типом із середньорічною кількістю опадів 350–450 мм та сумою активних температур понад +10°C у межах 2500–2700°C.

Дослід закладено за схемою рандомізованих блоків у трьох повтореннях. Кількість варіантів становила сім. Розмір ділянки – 5×10 м (50 м<sup>2</sup>), облікова площа – 24 м<sup>2</sup>, ізоляційні смуги між ділянками – 1 м, між повтореннями – 2 м. Розміщення варіантів у кожному повторенні було випадковим. Сорт сої – Хайстар, середньостиглий, із високою потенційною урожайністю та добрими адаптаційними властивостями. Посів проводили після весняної культивуації на глибину 4–5 см при температурі ґрунту 10–12°C.

Таблиця 3.1

Схема дослідів

Варіанти дослідів	Повторення		
	I	II	III
Контроль – без добрив	1.	2.	3.
P45	4.	5.	6.
K45	7.	8.	9.
P45K45	10.	11.	12.
N30P45K45	13.	14.	15.
N60P45K45	16.	17.	18.
N90P45K45	19.	20.	21.

Схема досліду включала такі варіанти: контроль (без добрив), внесення фосфорних (P45), калійних (K45), фосфорно-калійних (P45K45) добрив, а також комбінації з різними рівнями азоту: N30P45K45, N60P45K45, N90P45K45. Фосфор і калій уносили у вигляді потрійного суперфосфату (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) та калію хлористого (60% K<sub>2</sub>O), азот – у формі аміачної селітри (34% N). Внесення добрив здійснювали під передпосівну культивуацію з негайним загортанням. Фосфорні та калійні добрива застосовували під основний обробіток, а азотні – частково у передпосівну культивуацію, решту у вигляді підживлень.

Перед закладанням досліду проводили агрохімічний аналіз ґрунту для визначення вмісту гумусу, азоту, рухомих форм фосфору і калію, а також реакції ґрунтового розчину (рН). Основний обробіток полягав в оранці на глибину 25–27 см, весняний – у культивуації на глибину висіву та боронуванні. Насіння інокулювали активним штамом *Bradyrhizobium japonicum* безпосередньо перед посівом, що забезпечувало утворення бульбочок і активну азотфіксацію. Сівбу проводили широкорядним способом із шириною міжрядь 45 см. Норма висіву – 650–700 тис. схожих насінин/га.

Догляд за посівами включав боронування у фазі сходів, міжрядний обробіток і застосування гербіцидів для боротьби з бур'янами. Усі заходи щодо захисту рослин від шкідників і хвороб проводили відповідно до рекомендацій, однаково для всіх варіантів досліду. Вегетаційний період супроводжувався систематичними спостереженнями за фенологічними фазами розвитку рослин.

Під час вегетації проводили такі обліки: схожість насіння, густоту стояння рослин, кількість та активність бульбочок, біометричні параметри (висота рослин, кількість гілок, бобів, насінин), а також елементи структури урожаю. Відбір зразків ґрунту здійснювали тричі – до сівби, у фазі цвітіння та після збирання врожаю. У зразках визначали вміст азоту, фосфору та калію, а також кислотність середовища.


Збирання врожаю проводили прямим комбайнуванням після досягнення фізіологічної стиглості зерна. Урожайність визначали з облікової площі кожної ділянки з перерахунком на стандартну вологість 14%. Після збирання визначали

масу 1000 насінин, вміст білка та жиру. Отримані дані обробляли методами дисперсійного та регресійного аналізу із визначенням достовірності різниць ( $LSD_{0.05}$ ).

Економічну ефективність визначали за показниками урожайності, собівартості, вартості валової продукції, прибутку та рівня рентабельності. Також розраховували енергетичну ефективність за коефіцієнтом енергетичного еквівалента, що відображав співвідношення між енерговитратами та енерговиходом урожаю. Отримані результати дозволили визначити оптимальну норму мінерального живлення для підвищення урожайності та покращення якості зерна сої сорту Хайстар на чорноземі звичайному.

Соя Хайстар (Histar), насіння NorthStar Новинка сорту

Артикул: soyall2



Новинка

**Опис** **Відгуки**

**НОВИНКА 2018 РОКУ**

Сорт середньоранній 105 днів, CHU 2375.

**1 Репродукція**

**Біологічні ознаки сорту:**  
 Характерною ознакою даного сорту RR2 є підвищена кількість бобів на рослині та насінин у бобі (до 40 % 4-насінних).  
 Прекрасне поєднання високої врожайності та пластичності.  
 Висота рослин - 85 - 115 см.  
 Забарвлення квітки - біле.  
 Висота прикріплення нижнього бобу - 15 - 17 см.  
 Вміст протеїну 41-42%.

**Господарські показники:**  
 Технологічний потенціал урожайності - 42 - 52 ц/га.  
 Маса 1000 насінин - 197 г.  
 Стійкість до хвороб - 9 балів.

**Посів:**  
 Рекомендована густина посіву - 800 тис.шт/га.  
 Рекомендована ширина міжрядь : 12,5 - 38 см.

**Переваги:**  
 Надзвичайно посухостійкий та пластичний сорт в своїй групі стиглості, що забезпечує високі та стабільні показники урожаю.  
 Високий вміст протеїну та висока стійкість до хвороб, незважаючи на кліматичні умови та вид ґрунту.  
 Рекомендований для вирощування у всіх кліматичних зонах України.  
 Здатний до гілкування, що забезпечує підвищення урожайності.

**Рис. 3.1 Характеристика сорту Хайстар**

## РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нормальний розвиток рослин сої забезпечується лише за умови, коли кожна окрема рослина має достатню площу для росту, живлення й ефективного використання світла, вологи та поживних речовин. Оптимальна густина стояння є важливим фактором у формуванні високої врожайності та доброї якості насіння, оскільки вона визначає рівень міжрослинної конкуренції та рівномірність розподілу ресурсів живлення у посівах. Саме тому агротехнічні заходи повинні бути спрямовані на створення таких умов, за яких густина рослин відповідає біологічним особливостям сорту та конкретним ґрунтово-кліматичним умовам вирощування.

Недобір урожаю спостерігається як при надмірно густих, так і при надто розріджених посівах. У першому випадку рослини починають конкурувати між собою за світло, вологу та поживні речовини, що призводить до їх витягування у висоту, зменшення кількості бобів і насінин на рослину, зниження маси 1000 насінин. Крім того, при надмірному загущенні утворюється густий полог, який погіршує повітрообмін у посівах, сприяє розвитку грибкових хвороб та ускладнює проведення механізованих доглядових операцій. Високі й ослаблені рослини при цьому мають підвищену схильність до вилягання, що знижує рівень фотосинтетичної активності та ускладнює збирання врожаю.

У разі надмірно розріджених посівів ситуація також є несприятливою, адже кожна рослина використовує надлишкову площу живлення, формуючи занадто розгалужену вегетативну масу, що не завжди компенсує зменшену кількість рослин на одиниці площі. Крім того, розріджені посіви швидше забур'янюються, оскільки відсутній щільний рослинний покрив, який би перешкоджав розвитку бур'янів, що в результаті знижує продуктивність культури.

Густина стояння рослин безпосередньо залежить від норми висіву, однак цей показник не завжди є сталим, оскільки фактична густина формується під впливом комплексу чинників. Насіння може мати різний рівень схожості, польова

схожість також змінюється залежно від температурних умов, вологості ґрунту та глибини загортання. У подальшому на густоту впливають погодні й біотичні стреси – низькі температури, тривала посуха, ураження хворобами або шкідниками, механічні пошкодження під час обробітку посівів. Через це частина рослин може загинути протягом вегетаційного періоду, що спричинює зменшення густоти стояння навіть за правильно розрахованої норми висіву.

Якщо ж посіви надмірно загущені, рослини, прагнучи отримати більше світла, витягуються у висоту. При цьому листовий апарат концентрується у верхній частині рослини, що знижує ефективність фотосинтезу у нижніх ярусах. Боби формуються переважно у верхній частині, а нижні вузли залишаються нерозвиненими, що призводить до втрат потенційного врожаю. Такі рослини часто мають тонке стебло, слабку кореневу систему і є більш схильними до вилягання, особливо під дією вітру чи опадів.

Таблиця 4.1

**Густота сходів і польова схожість насіння сої сорту Хайстар за різних норм удобрення**

Варіанти дослідів	Зійшло рослин, шт./м <sup>2</sup>		Польова схожість, %		
	2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.	середня
Контроль – без добрив	49	48	82,0	81,5	81,8
P45	52	51	85,3	84,7	85,0
K45	51	50	83,5	83,0	83,3
P45K45	54	53	87,2	86,8	87,0
N30P45K45	55	54	88,7	88,2	88,5
N60P45K45	56	55	89,3	89,0	89,2
N90P45K45	57	56	90,0	89,7	89,9

Отримані результати свідчать про чіткий вплив мінеральних добрив на формування густоти сходів та підвищення польової схожості сої. У контрольному варіанті без внесення добрив спостерігалася найнижча густина сходів (48–49 шт./м<sup>2</sup>) та польова схожість у межах 81,5–82,0 %, що вказує на обмежені можливості рослин реалізувати свій потенціал у несприятливих умовах живлення.

Застосування фосфорних і калійних добрив окремо (P45 та K45) позитивно вплинуло на показники. Густина сходів збільшувалася на 2–3 рослини/м<sup>2</sup> порівняно з контролем, а польова схожість сягала 83–85 %. Найвищі результати отримані за поєднаного внесення P45K45, де середня польова схожість становила 87 %, а кількість рослин – понад 53–54 шт./м<sup>2</sup>.

Особливої уваги заслуговує внесення азоту в поєднанні з P45K45. Зі збільшенням дози азоту від 30 до 90 кг/га спостерігалася стабільне зростання як густоти сходів (55–57 рослин/м<sup>2</sup>), так і польової схожості, яка сягала максимуму 90 % у варіанті N90P45K45. Це підтверджує ключову роль азотного живлення на ранніх етапах органогенезу сої, коли формується потенціал майбутньої продуктивності.

Загалом, поєднане внесення фосфорно-калійних добрив із оптимальними нормами азоту забезпечує найкращі умови для дружніх сходів та високої польової схожості сої, що є передумовою для формування високопродуктивних агроценозів.

Передзбиральна густина стояння рослин сої є важливим показником, що визначає рівень реалізації потенційної врожайності та рівномірність формування агрофітоценозу. На цей параметр значно впливають умови мінерального живлення, які визначають енергію проростання насіння, стійкість рослин до стресових чинників та їхню виживаність упродовж вегетаційного періоду.

У варіантах без застосування добрив відзначається зменшення густоти стояння на момент збирання через загибель частини рослин у фазі активного росту або під час формування генеративних органів. Брак поживних речовин

призводить до ослаблення біометричних показників, що зумовлює втрати 8–12 % густоти від моменту сходів до збирання.

Внесення фосфорних і калійних добрив позитивно впливає на збереженість рослин, оскільки забезпечує формування міцної кореневої системи, покращує фіксацію атмосферного азоту та зменшує відсоток відпаду під дією посухи чи нестачі поживних речовин. У цих варіантах передзбиральна густина зберігається на рівні 90–93 % від початкової кількості рослин.

Поєднання фосфорно-калійного живлення з азотними добривами сприяє ще більшій стабілізації густоти. За внесення оптимальних доз азоту (N30–N60) передзбиральна густина стояння рослин зростає, оскільки підвищується стійкість до вилягання, зменшується конкуренція між рослинами та покращується фотосинтетична активність. При цьому втрати густоти від сходів до збирання становлять лише 4–6 %.

Найвищі показники густоти стояння спостерігаються за внесення комплексних норм добрив, де рослини зберігають рівномірність і стабільність розвитку протягом усього вегетаційного періоду. Надмірне ж використання азоту (N90 і вище) може спричинити надмірний ріст вегетативної маси, підвищену конкуренцію та часткове випадання рослин через вилягання, що дещо знижує передзбиральну густоту.

Дані передзбиральної густоти стояння рослин (табл. 4.2) свідчать, що внесення мінеральних добрив сприяє суттєвому збереженню рослин до моменту збирання врожаю. У контрольному варіанті без добрив передзбиральна густина становила лише 43–44 шт./м<sup>2</sup>, що відображає природні втрати впродовж вегетаційного періоду.

Застосування фосфорних та калійних добрив окремо (P45, K45) дозволило підвищити густоту на 4,6–6,9 % відносно контролю, що пов'язано з покращенням стійкості рослин до вилягання та біотичних і абіотичних факторів. Найвищі показники отримано у варіанті P45K45, де густина зросла на 11,5 % порівняно з контролем.

Таблиця 4.2

**Густота рослин на період збирання врожаю**

Варіанти дослідів	Густота рослин, шт./м <sup>2</sup>			
	2024 р.	2025 р.	середня	± до контролю, %
Контроль – без добрив	44	43	43,5	0.0
P45	47	46	46,5	6.9
K45	46	45	45,5	4.6
P45K45	49	48	48,5	11.5
N30P45K45	51	50	50,5	16.1
N60P45K45	52	51	51,5	18.4
N90P45K45	52	51	51,5	18.4

Поєднання N30P45K45 та N60P45K45 показало ще кращі результати. Передзбиральна густота у цих варіантах сягала 50–52 шт./м<sup>2</sup>, що перевищувало контроль на 16–20 %. Це свідчить про позитивну роль азоту у збереженні продуктивного стеблостою.

Варіант з максимальною дозою азоту (N90P45K45) мав дещо нижчу збереженість у порівнянні з N60, що пояснюється ризиком переростання та вилягання рослин. Таким чином, оптимальним рішенням для формування передзбиральної густоти стояння є поєднане внесення фосфорно-калійних добрив із середніми дозами азоту (N30–N60).

Продуктивність сої формується під впливом комплексу морфологічних та фізіологічних показників, серед яких вирішальне значення мають не лише густота рослин на одиниці площі, але й індивідуальна продуктивність кожної рослини. Важливим компонентом останньої є кількість насіння, отриманого з однієї рослини, що безпосередньо визначається її ботанічними особливостями. До таких належать висота стебла, кількість продуктивних вузлів, число бобів,

сформованих у цих вузлах, а також кількість насінин у кожному бобі [6]. Сукупність цих ознак у значній мірі обумовлює потенціал врожайності сої.

Встановлено, що зазначені морфологічні показники тісно залежать від умов мінерального живлення. Дефіцит або дисбаланс поживних елементів обмежує ріст вегетативної маси, знижує кількість продуктивних вузлів і бобів, а відтак – і врожайність культури. Навпаки, оптимальне удобрення створює умови для інтенсивного формування генеративних органів, що забезпечує підвищення індивідуальної продуктивності рослин [16, 25, 37]. При цьому важливо не лише забезпечити достатній вміст елементів живлення у ґрунті, але й дотримуватися їхнього збалансованого співвідношення, що сприяє синергічному впливу на ріст і розвиток культури.

Фізіологічно поживні речовини надходять у рослину через кореневу систему, після чого транспортуються провідними тканинами до надземних органів, де беруть участь у процесах фотосинтезу та формування генеративних структур. Висота рослин, яка вважається інтегральним показником умов живлення та інтенсивності ростових процесів, за даними численних досліджень, прямо корелює з величиною вегетативної маси та рівнем врожайності [3, 4]. Вищі рослини, за умови оптимального забезпечення елементами живлення, характеризуються розвиненішою асиміляційною поверхнею та більшою кількістю продуктивних вузлів, що, у свою чергу, зумовлює зростання кількості бобів та насіння.

Аналіз структури врожаю сої сорту Хайстар (табл. 4.3) показує, що внесення мінеральних добрив істотно впливає на формування основних біометричних показників. У контрольному варіанті без удобрення рослини мали найменшу висоту (65 см), формували лише близько 24 бобів та 50 насінин, що зумовило найнижчу масу насіння з однієї рослини – 8,2 г.

Застосування фосфорних і калійних добрив (P45, K45) сприяло підвищенню висоти рослин до 69–70 см, а також зростанню кількості бобів на 2–3 шт. і насінин на 4–6 шт. у порівнянні з контролем. Маса насіння у цих варіантах досягала 8,9–9,1 г, що свідчить про позитивний вплив мінерального живлення.

Таблиця 4.3

**Елементи структури врожаю сої сорту Хайстар залежно від рівня мінерального живлення (середнє за 2024–2025 рр.)**

Варіант	Висота рослин, см	Кількість бобів, шт.	Кількість насінин, шт.	Маса насіння з 1 рослини, г
Контроль – без добрив	65	24	50	8,2
P45	70	27	56	9,1
K45	69	26	54	8,9
P45K45	74	30	62	10,2
N30P45K45	78	32	66	10,9
N60P45K45	80	34	70	11,5
N90P45K45	79	33	68	11,2

Найбільш виражене зростання показників відзначено у варіанті з внесенням P45K45, де рослини мали середню висоту 74 см, формували 30 бобів і 62 насінини, що забезпечувало масу насіння 10,2 г. Подальше поєднання фосфорно-калійного живлення з азотом у нормі 30–60 кг/га (N30–N60) призвело до ще більшого зростання кількості бобів (32–34), насінин (66–70) та підвищення маси насіння до 10,9–11,5 г.

У варіанті з найвищою нормою азоту (N90P45K45) рослини зберігали високу висоту та кількість органів, але спостерігалось незначне зниження маси насіння (11,2 г) у порівнянні з N60, що можна пояснити надмірним вегетативним ростом і частковим перерозподілом асимілятів.

Таким чином, оптимальними для формування елементів структури врожаю виявилися середні норми азоту в поєднанні з фосфорно-калійними добривами, що забезпечувало найвищу масу насіння з однієї рослини.

Вплив мінеральних добрив на зміну маси 1000 насінин сої є одним із важливих аспектів формування якості врожаю, оскільки цей показник характеризує рівень забезпечення рослин елементами живлення та відображає ефективність фотосинтетичних і обмінних процесів у період наливу зерна. Дослідження показують, що застосування мінеральних добрив, особливо у збалансованому співвідношенні азоту, фосфору та калію, істотно впливає на величину насіння, його масу та вміст поживних речовин.

У варіантах без добрив, як правило, спостерігається найменша маса 1000 насінин, що пояснюється дефіцитом основних елементів живлення у ґрунті, особливо азоту та фосфору, які беруть участь у синтезі білків і формуванні запасних речовин у зерні. У таких умовах соя формує менше насіння, а його розмір є дрібнішим через обмежену інтенсивність фотосинтезу та слабкий розвиток асиміляційного апарату.

Внесення фосфорних і калійних добрив позитивно впливає на розвиток кореневої системи, підвищує активність бульбочкових бактерій і сприяє кращому забезпеченню рослин енергією в період формування та наливу насіння. Це зумовлює збільшення маси 1000 насінин порівняно з контролем, оскільки під впливом фосфору покращується процес нагромадження вуглеводів і формування білково-жирового комплексу.

Найбільш виражений ефект спостерігається при поєднаному внесенні азоту, фосфору і калію. Азот у помірних дозах стимулює ріст і розвиток рослин, збільшує площу листової поверхні, посилює фотосинтетичну активність і підвищує синтез білкових сполук, що безпосередньо відображається на масі насіння. При цьому найвищі показники маси 1000 насінин відзначаються за оптимального поєднання добрив, наприклад N60P45K45, де забезпечується збалансоване живлення рослин протягом усього періоду вегетації.

Однак надмірні дози азотних добрив (наприклад, N90P45K45) можуть знижувати цей показник, оскільки надлишок азоту стимулює надмірний розвиток вегетативної маси, що супроводжується зниженням відтоку пластичних

речовин до насіння та затримкою його дозрівання. Це призводить до зменшення маси 1000 насінин, а іноді й до погіршення їх вирівняності.

Таблиця 4.4

**Маса 1000 насінин сої сорту Хайстар залежно від рівня мінерального живлення (середнє за 2024–2025 рр.)**

Варіанти	2024 р.	2025 р.	Середнє за 2024–2025 рр.
Контроль – без добрив	148	149	148,5
P45	152	153	152,5
K45	154	155	154,5
P45K45	158	159	158,5
N30P45K45	163	164	163,5
N60P45K45	166	167	166,5
N90P45K45	164	165	164,5

Як свідчать дані таблиці 4.4, маса 1000 насінин сої сорту Хайстар істотно залежала від рівня мінерального живлення. Найменший показник зафіксовано у контрольному варіанті без добрив, де середня маса становила 148,5 г. Внесення лише фосфорних або калійних добрив сприяло підвищенню маси насіння до 152,5–154,5 г, що пояснюється покращенням умов живлення рослин у фазі наливу зерна. Поєднане внесення фосфору та калію (варіант P45K45) забезпечило додаткове зростання цього показника до 158,5 г, тобто на 6,7% порівняно з контролем.

Ще більш суттєве підвищення маси 1000 насінин відмічено при внесенні комплексних добрив із різним вмістом азоту. Так, при дозі N30P45K45 середній показник становив 163,5 г, що на 10,1% більше від контролю, а при N60P45K45 – 166,5 г, або на 12,1% вище. Це свідчить про позитивний вплив помірних доз азоту на формування насіння, оскільки збалансоване живлення азотом сприяє

посиленню асиміляційної активності рослин і накопиченню білка у зерні. Водночас подальше підвищення норми азоту до 90 кг/га призвело до незначного зниження маси 1000 насінин до 164,5 г, що може бути зумовлено надмірним вегетативним розвитком і затримкою наливу зерна.

Таким чином, найвищі показники маси 1000 насінин сої сорту Хайстар отримано при внесенні N60P45K45, що свідчить про ефективність збалансованого живлення рослин за умов чорнозему звичайного. Оптимальне співвідношення елементів живлення забезпечує інтенсивний перебіг фізіолого-біохімічних процесів у фазах формування та дозрівання насіння, що сприяє підвищенню продуктивності культури.

Вплив мінеральних добрив на формування врожайності сої є одним із ключових факторів, що визначають продуктивність культури та ефективність використання потенціалу сорту. Мінеральне живлення безпосередньо впливає на інтенсивність ростових процесів, розвиток генеративних органів, формування елементів структури врожаю та якість насіння.

Соя, як бобова культура, має здатність до симбіотичної фіксації азоту з атмосфери, однак для реалізації цього потенціалу необхідні оптимальні умови мінерального живлення, насамперед забезпечення фосфором і калієм. Фосфор відіграє ключову роль у процесах енергетичного обміну, формуванні кореневої системи, закладанні квіткових бруньок та формуванні бобів. Достатня кількість фосфору сприяє розвитку бульбочкових бактерій, що забезпечують рослину біологічним азотом. Калій, у свою чергу, регулює водний режим рослин, інтенсифікує фотосинтез і покращує транспорт асимілянтів від листків до насіння, забезпечуючи рівномірне дозрівання бобів і підвищення маси насіння.

Внесення азоту у помірних дозах позитивно впливає на початкові етапи росту сої, особливо до моменту активного функціонування бульбочкових бактерій. Початкове азотне живлення стимулює формування потужної листової поверхні, підвищує інтенсивність фотосинтезу та покращує утворення генеративних органів. Проте надмірне азотне живлення, особливо на пізніх етапах розвитку, може призвести до надлишкового росту вегетативної маси,

затримки дозрівання та зниження якості насіння через зменшення відтоку пластичних речовин до бобів.

Збалансоване внесення мінеральних добрив забезпечує синергічний ефект між азотом, фосфором і калієм, що проявляється у формуванні більшої кількості бобів і насінин на рослину, підвищенні маси 1000 насінин і загального рівня урожайності. Як показують дослідження, оптимальна комбінація елементів живлення (наприклад, N60P45K45) сприяє підвищенню врожайності на 30–40% порівняно з контролем без добрив. Це зумовлено не лише покращенням умов живлення, а й підвищенням активності ферментних систем, посиленням фотосинтетичної діяльності та ефективнішим використанням води.

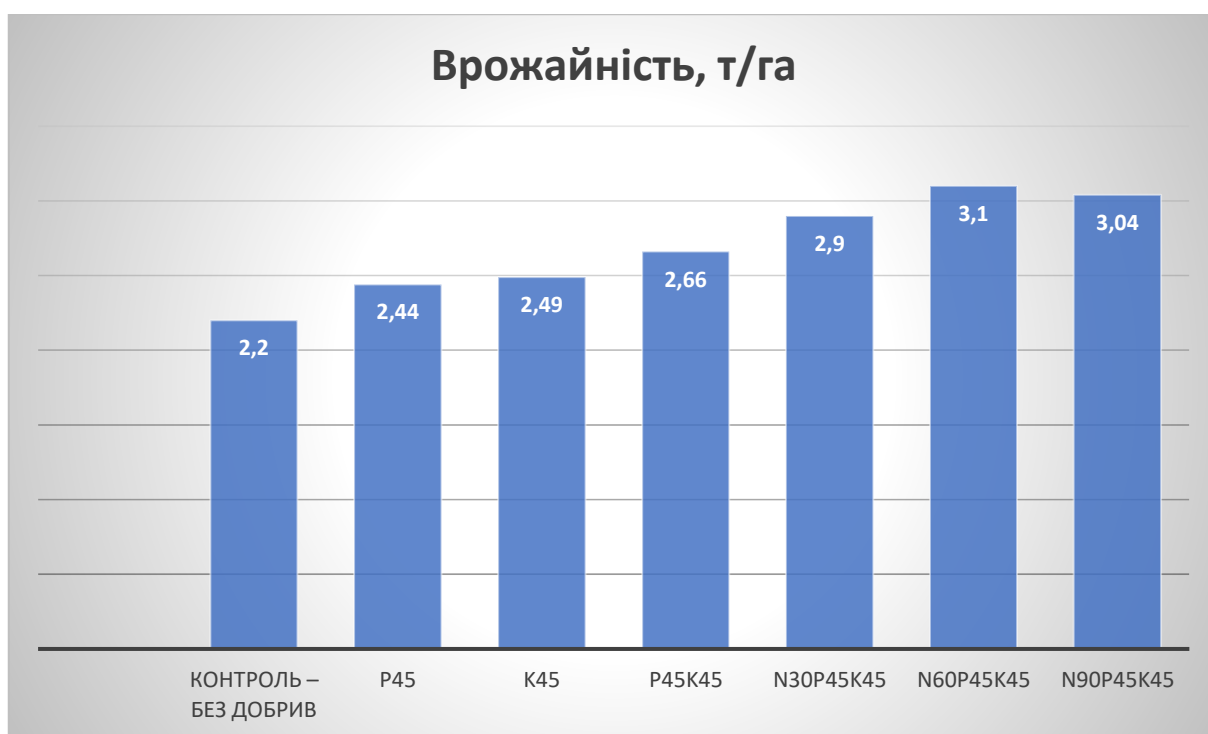
Важливим аспектом є й те, що внесення мінеральних добрив впливає не лише на величину врожаю, але й на його стабільність у роки з різними погодними умовами. За оптимального мінерального живлення рослини краще витримують короткочасні посухи, зберігаючи продуктивність навіть у стресових умовах.

Таблиця 4.5

#### Вплив мінеральних добрив на врожайність сої сорту Хайстар

Варіант досліджу	Урожайність, т/га		Середня врожайність, т/га	Приріст до контролю,	
	2024 р.	2025 р.		т/га	%
Контроль – без добрив	2,18	2,22	2,20	–	–
P45	2,41	2,47	2,44	+0,24	+10,9
K45	2,46	2,51	2,49	+0,29	+13,2
P45K45	2,63	2,68	2,66	+0,46	+20,9
N30P45K45	2,87	2,93	2,90	+0,70	+31,8
N60P45K45	3,06	3,13	3,10	+0,90	+40,9
N90P45K45	3,02	3,05	3,04	+0,84	+38,2
НІР <sub>05</sub>	0,12	0,14			

Результати дослідження свідчать, що застосування мінеральних добрив мало істотний вплив на врожайність сої сорту Хайстар. На контрольному варіанті без внесення добрив урожайність становила в середньому 2,20 т/га, що відображає природний потенціал культури на чорноземі звичайному за умов природного забезпечення елементами живлення. Внесення лише фосфорних або калійних добрив зумовило підвищення врожайності на 0,24–0,29 т/га порівняно з контролем. Це пояснюється покращенням фосфорно-калійного живлення, яке активізує розвиток кореневої системи, посилює азотфіксацію і сприяє накопиченню пластичних речовин у зерні.



**Рис. 4.1 Вплив мінеральних добрив на врожайність сої сорту Хайстар**

Поєднане застосування фосфору та калію (варіант P45K45) забезпечило приріст урожайності до 2,66 т/га, що становить +0,46 т/га або +20,9% до контролю. Цей результат свідчить про синергічну дію елементів живлення, оскільки фосфор стимулює енергетичні процеси в клітинах, а калій покращує транспортування асимілянтів у рослині.

Найвищу врожайність отримано у варіантах із внесенням повного мінерального добрива з різними дозами азоту. Так, при дозі N30P45K45

урожайність становила 2,90 т/га, а при N60P45K45 – 3,10 т/га, що відповідно на 31,8% і 40,9% перевищувало контроль. Підвищення врожайності пов'язане з активізацією ростових процесів, формуванням потужного листкового апарату, збільшенням кількості бобів і насіння на рослину. Водночас подальше підвищення норми азоту до 90 кг/га (варіант N90P45K45) не призвело до істотного зростання врожайності – 3,04 т/га, що пояснюється можливим надмірним розвитком вегетативної маси та зниженням ефективності азотфіксації.

Отже, максимальна врожайність сої сорту Хайстар зафіксована у варіанті N60P45K45. Це свідчить, що оптимальне співвідношення елементів живлення N:P:K у дозах 60:45:45 забезпечує найкращі умови для формування врожаю за рахунок інтенсивного фотосинтезу, ефективного засвоєння поживних речовин і покращення структури врожаю. Перевищення цієї дози азоту є економічно недоцільним, оскільки не дає істотного приросту продуктивності, але підвищує витрати на добрива.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна ефективність застосування мінеральних добрив у вирощуванні сої визначається через їхній вплив на урожайність, якість зерна та рівень прибутковості виробництва. Основним показником економічної доцільності є приріст урожайності культури, який забезпечує додатковий валовий збір продукції та підвищення загального доходу господарства. За рахунок внесення добрив рослини отримують необхідні елементи живлення, зокрема азот, фосфор і калій, що сприяють кращому росту, розвитку та формуванню більшої кількості бобів і насіння.

Збільшення урожайності сої навіть на 0,3–0,5 т/га при правильному удобренні призводить до суттєвого підвищення валового доходу. Наприклад, за середньої ціни реалізації сої 18 000 грн/т додатковий прибуток може становити 5400–9000 грн/га. Водночас витрати на мінеральні добрива зазвичай не перевищують 2500–3500 грн/га, що забезпечує коефіцієнт рентабельності понад 150–200 %. Таким чином, економічний ефект від їх застосування є стабільно позитивним.

Особливо високу економічну віддачу забезпечує використання комплексних добрив із мікроелементами, таких як бор, молібден і цинк, які сприяють підвищенню азотфіксуючої здатності бульбочкових бактерій. Це не лише підсилює ефективність основного удобрення, але й зменшує потребу в азотних добривах, що додатково скорочує витрати на виробництво. При застосуванні збалансованих доз NPK та мікроелементів собівартість 1 т зерна сої зменшується на 8–12 %, а рівень прибутку з гектара зростає у 1,5–2 рази.

Варто зазначити, що надлишкове внесення мінеральних добрив не сприяє подальшому зростанню урожайності, а лише підвищує виробничі витрати. Тому максимальний економічний ефект досягається за оптимальних доз, які враховують запаси поживних речовин у ґрунті, потенціал сорту та погодні умови.

За таких умов коефіцієнт окупності витрат на добрива становить у середньому 4–6 грн додаткової виручки на 1 грн витрат.

Таблиця 5.1

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

Показники	Удобрення						
	Контроль – без добрив	P45	K45	P45K45	N30P45K45	N60P45K45	N90P45K45
Врожайність, т/га	2,18	2,41	2,46	2,63	2,87	3,06	3,02
Ціна 1 т, грн.	18000	18000	18000	18000	18000	18000	18000
Вартість валової продукції, грн.	39240	43380	44280	47340	51660	55080	54360
Виробничі витрати, грн./га	17000	18475	18025	20500	21550	22400	23650
Виробничі витрати, грн./т	7798	7666	7327	7795	7509	7320	7831
Чистий прибуток, грн.	22240	24905	26255	26840	30110	32680	30710
Рівень рентабельності, %	130,8	134,8	145,66	130,93	139,72	145,89	129,85
Окупність витрат, грн.	2,31	2,35	2,45	2,31	2,40	2,46	2,30

Результати економічної оцінки свідчать, що внесення мінеральних добрив істотно підвищує економічні показники вирощування сої порівняно з контролем. Урожайність сої без удобрення становила 2,18 т/га, тоді як за внесення фосфорних і калійних добрив цей показник зріс до 2,41–2,63 т/га. Найбільше

зростання врожайності спостерігалось за поєднання фосфорно-калійного та азотного удобрення, зокрема у варіанті  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , де урожайність досягла 3,06 т/га, що перевищує контроль на 0,88 т/га або 40,4 %.

Вартість валової продукції закономірно зростала від 39,24 тис. грн/га у контролі до 55,08 тис. грн/га у варіанті  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . Одночасно збільшувались і виробничі витрати, проте темпи їхнього зростання були меншими, ніж приріст урожайності, що позитивно вплинуло на прибутковість виробництва. Найвищий рівень виробничих витрат зафіксовано у варіанті  $N_{90}P_{45}K_{45}$  (23,65 тис. грн/га), однак додаткові витрати не забезпечили відповідного приросту урожайності, що призвело до зниження економічної ефективності.

Аналіз собівартості показує, що за внесення калійних добрив ( $K_{45}$ ) витрати на виробництво 1 т зерна були найнижчими – 7327 грн/т, тоді як у контролі цей показник становив 7798 грн/т. Таким чином, застосування калію сприяло найбільш економному формуванню врожаю серед одноелементних систем удобрення. При поєднанні фосфору та калію ( $P_{45}K_{45}$ ) собівартість становила 7795 грн/т, що дещо вище, але компенсувалося зростанням урожайності.

Чистий прибуток із гектара зростає від 22,24 тис. грн у контролі до 32,68 тис. грн у варіанті  $N_{60}P_{45}K_{45}$ . Це свідчить про високу окупність витрат і значне підвищення рентабельності виробництва. Максимальний рівень рентабельності (145,89 %) забезпечено саме за внесення 60 кг азоту на фоні фосфорно-калійного удобрення. Підвищення дози азоту до 90 кг/га призвело до зменшення рентабельності до 129,85 %, що свідчить про перевищення економічно доцільної норми.

Окупність витрат є ще одним важливим показником ефективності. Найвищий рівень окупності (2,46 грн/грн) також зафіксовано у варіанті  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , тобто на кожну гривню витрат отримано 2,46 грн валового доходу. Для контролю цей показник становив 2,31 грн/грн, що на 6,5 % нижче.

Отже, за результатами проведених розрахунків найбільш економічно доцільним є варіант удобрення  $N_{60}P_{45}K_{45}$ , який забезпечує оптимальне поєднання високої врожайності, помірних витрат та максимальної рентабельності. Варіанти із внесенням лише фосфору або калію демонструють підвищення економічних показників порівняно з контролем, але їх ефект є менш вираженим. Надмірне збільшення азотного компонента ( $N_{90}$ ) не виправдане з економічної точки зору через зниження чистого прибутку та рентабельності.

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

У фермерському господарстві «Людмила» питання охорони праці та безпеки життєдіяльності працівників мають пріоритетне значення, оскільки сільськогосподарське виробництво пов'язане з низкою потенційно небезпечних факторів. До них належать робота з сільськогосподарською технікою, хімічними засобами захисту рослин, добривами, а також вплив метеорологічних умов і біологічних чинників.

Організація системи охорони праці на підприємстві передбачає створення безпечних умов праці відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Кодексу законів про працю України та ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці». На господарстві діє наказ про призначення відповідальної особи за охорону праці, розроблені посадові інструкції, інструкції з техніки безпеки для всіх категорій працівників та проводиться обов'язковий інструктаж – вступний, первинний, повторний, позаплановий і цільовий.

Особлива увага приділяється технічному стану машинно-тракторного парку. Перед початком польових робіт усі трактори, комбайни та агрегати проходять технічний огляд. Водії та механізатори забезпечуються спецодягом, засобами індивідуального захисту (рукавицями, окулярами, респіраторами, навушниками тощо). Забороняється експлуатація машин із несправними гальмами, сигналізацією чи системами блокування.

Під час роботи з мінеральними добривами та засобами захисту рослин дотримуються вимог «ДСП 8.8.1.2.001-98 і ДСанПіН 8.8.1.002-98». Працівники проходять спеціальне навчання з правил безпечного поводження з пестицидами та агрохімікатами, а місця зберігання препаратів обладнуються вентиляцією, пожежогасниками та засобами нейтралізації розливів. Заборонено зберігати хімічні засоби поруч із продуктами харчування, насінням чи кормами.

З метою профілактики травматизму під час польових робіт проводиться планування території та розміщення техніки відповідно до норм безпечної відстані. У місцях підвищеної небезпеки встановлюються попереджувальні знаки, забезпечується належне освітлення та контроль за дотриманням трудової дисципліни.

Важливою складовою системи безпеки є підготовка господарства до дій у надзвичайних ситуаціях. На території фермерського господарства «Людмила» розроблено план реагування на надзвичайні ситуації природного, техногенного та соціального характеру, погоджений із місцевими органами ДСНС. У ньому передбачено порядок оповіщення працівників, евакуаційні маршрути, місця збору та засоби зв'язку. Проводяться навчання і тренування з евакуації, надання першої допомоги та ліквідації наслідків аварійних ситуацій.

Для запобігання пожежам на підприємстві встановлено первинні засоби пожежогасіння – вогнегасники, пісок, пожежні щити. Обладнані пожежні водойми, а персонал проходить інструктаж із пожежної безпеки згідно з вимогами НАПБ А.01.001-2014. Регулярно перевіряється справність електромережі, опалювальних систем та заземлення.

З метою захисту працівників під час можливих надзвичайних ситуацій природного походження (бурі, повені, посуха, пожежі на полях) створено резерв паливно-мастильних матеріалів, техніки, води й засобів першої допомоги. Господарство підтримує зв'язок із територіальними підрозділами ДСНС та органами місцевого самоврядування для оперативного обміну інформацією.

Таким чином, у фермерському господарстві «Людмила» створено комплексну систему охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, яка базується на профілактичних заходах, навчанні персоналу, забезпеченні засобами індивідуального захисту та готовності до оперативного реагування. Реалізація цих заходів дозволяє мінімізувати ризики травматизму, підвищити безпеку виробництва й гарантувати захист життя і здоров'я працівників.

## ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані дані підтверджують вирішальний вплив мінерального живлення на формування дружніх сходів, збереженість рослин до збирання, елементи структури врожаю і кінцеву економічну віддачу посівів сої. Фосфор і калій формують базу для реалізації потенціалу культури, тоді як азот у помірних дозах виконує роль пускового фактора раннього росту й закладання репродуктивних органів. Підвищення дози азоту понад оптимум супроводжується зростанням витрат і ризиком переростання без еквівалентного приросту врожайності та прибутку.

У виробничих умовах чорнозему звичайного доцільно прийняти систему удобрення N60P45K45 як еталонну, оскільки вона забезпечує найвищу врожайність близько 3,0–3,1 т/га, максимальний чистий прибуток і рентабельність. Застосування лише фосфору чи калію є економічно виправданим у ресурснообмежених сценаріях, але поступається повному мінеральному фону за врожайністю, масою насіння та стабільністю стеблостою. Збільшення дози азоту до N90 знижує економічну ефективність через підвищені витрати та часткове випадання рослин, тому його слід уникати.

Оптимальною є стратегія, коли весь фосфор і калій уносять під основний або передпосівний обробіток, а азот розподіляють у два прийоми: стартову частку 20–30 кг/га у передпосівне внесення для посилення раннього росту і підживлення 30–40 кг/га у фазу бутонізації для підтримки формування бобів і наливу насіння. Такий поділ знижує ризик вилягання і забезпечує кращу конверсію азоту в урожай за рахунок співпраці з бульбочковими бактеріями.

Для отримання цільової передзбиральної густоти 50–52 рослини/м<sup>2</sup> слід планувати початкову густоту 55–57 рослин/м<sup>2</sup> з урахуванням очікуваної польової схожості 87–90 % на фоні P45K45 і N30–N60. Насіння необхідно інокулювати активними штамами *Rhizobium* та застосовувати мікроелементи, насамперед бор і молібден, що стабілізує закладання бобів і підвищує масу 1000 насінин. У

системах із нижчою забезпеченістю ґрунту калієм доцільно зберігати пріоритет К45, оскільки саме калій найбільш чітко знижує собівартість 1 т продукції.

### **Пропозиції виробництву**

Рекомендується щорічно проводити агрохімічне обстеження полів із корекцією доз за результатами аналізу ґрунту та попередника. За нерівномірної забезпеченості варто застосувати диференційоване внесення добрив, що дозволяє втримувати рентабельність і окупність витрат на рівні, продемонстрованому варіантом N60P45K45. З огляду на економіку виробництва за ціни 18 тис. грн/т і середніх технологічних витрат, цільовий інтервал окупності 2,3–2,5 грн/грн і рентабельність понад 140 % є досяжними саме за збалансованого NPK.

Для зниження виробничих ризиків необхідно контролювати терміни сівби та вологозабезпечення, уникати надлишку азоту перед тривалими дощами, інтегрувати захист від бур'янів і хвороб у критичні фази та стежити за рН ґрунту, підтримуючи його в оптимальному для сої діапазоні. За умов імовірного посушливого періоду виправдане часткове зміщення азотного підживлення ближче до бутонізації, що покращує утримання сформованих бобів.

Запропонована технологічна схема дозволяє формувати рівномірні, добре збережені посіви з підвищеною масою 1000 насінин і стабільною врожайністю, водночас утримуючи витрати під контролем. Її впровадження у виробництві ФГ забезпечить прогнозовано вищий економічний результат без перевитрати добрив і з мінімізацією ризиків вилягання та випадання рослин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність сої залежно від різних доз добрив та основної обробки ґрунту у сівозмінах короткої ротації. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 62-66.
2. Бабич А. О. Колісник С. П., Побережна А. А. Розміщення посівів і технології вирощування сої в Україні. Пропозиція. 2000. № 5. С. 3–11.
3. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку [Електронний ресурс]. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 213-216. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik\\_2011\\_69\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2011_69_37) (дата звернення: 25.04.2020).
4. Балюк С. А., Лазебна М. Є. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів (актуалізований станом на 27.04.2009). Харків, 2009. 37 с.
5. Бойко О. О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соєвиробництва в Україні. Економіка АПК. 2013. № 3. С. 46–50.
6. Бунчак О. М. Економічна ефективність застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому в технології вирощування сої [Електронний ресурс]. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2017. Вип. 27. С. 240-245. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu\\_2017\\_27\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2017_27_33) (дата звернення: 25.04.2020).
7. Бунчак О. М. Урожайність і якісні показники зерна сої залежно від застосування органічних добрив із збалансованим умістом тривалентного хрому. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2018. № 5.
8. Волкогон В. В., Пиріг О. В., Британ Т. Ю. Спрямованість ґрунтовомікробіологічних процесів за впливу органічних і мінеральних добрив [Електронний ресурс]. Вісник аграрної науки. 2018. № 6. С. 5-11. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan\\_2018\\_6\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_6_3) (дата звернення: 18.02.2021).

9. Гаврилюк В. А., Валецька О. В., Ковальчук Н. С. Ефективність органомінеральних добрив у післядії внесення [Електронний ресурс]. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. 2019. Вип. 1. С. 140-149. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuygp\\_sg\\_2019\\_1\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnuygp_sg_2019_1_16) (дата звернення: 15.09.2020).
10. Гангур В. В., Космінський О. О., Міщенко О. В. Вплив мінеральних добрив на вміст поживних речовин у ґрунті та урожайність гібридів соняшнику різних груп стиглості [Електронний ресурс]. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 116-121. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA\\_2021\\_1\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDAA_2021_1_15) (дата звернення: 03.04.2021).
11. Гладкіх Є. Ю. Агроєкологічні аспекти застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві. Агрохімія і ґрунтознавство. 2015. Вип. 83. С. 36-41.
12. Господаренко Г. М., Бойко В. П., Прокопчук І. В., Стасіневич О. Ю. Вміст і баланс гумусу у ґрунті за різних доз і співвідношень мінеральних добрив у польовій сівоzmіні [Електронний ресурс]. Миронівський вісник. 2019. вип. 8. С. 108-122. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/myrbull\\_2019\\_8\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/myrbull_2019_8_11) (дата звернення: 25.04.2020).
14. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 115-121.
15. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Т. 15, № 2. С. 143-154. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2019\\_15\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2019_15_2_7) (дата звернення: 25.04.2020).
17. Губенко Л. В., Голодна А. В., Ремез Г. Г. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на урожайність та якість насіння сої.

- Науковотехнічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. Вип. 27. С. 89-96.
18. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Ветрова Н. О. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та застосування мінеральних добрив.
19. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 2. С. 35-43.
20. Гудзь С., Сківка Л., Присяжнюк О., Цвей Я. Мікробіологічна активність ґрунту за вирощування сої з різними варіантами добрив [Електронний ресурс]. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка.
21. Біологія. 2020. Вип. 1. С. 57-63. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU\\_biol\\_2020\\_1\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_biol_2020_1_13) (дата звернення: 20.08.2020).
- Дерев'янський В. П. Соя. Київ, 1994. С. 61-69.
22. Державний реєстр рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік. Київ, 2023.
23. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України [Електронний ресурс]. Наукові горизонти. 2019. № 1. С. 33–39. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2019\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2019_1_7) (дата звернення: 17.06.2020)
24. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2019\\_1\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2019_1_7) (дата звернення: 17.06.2020)
25. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов А. І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. 2013. № 1(1). С. 80-83. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau\\_2013\\_1%281%29\\_\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2013_1%281%29__13) (дата звернення: 20.11.2019) (дата звернення: 02.02.2021).
26. Екологічні проблеми землеробства / За ред. І. Д. Примака. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 456 с.
27. Задорожний В. С., Свитко С. М. Вплив листових підживлень бактеріальними добривами на продуктивність сої. Корми і кормовиробництво. 2018. Вип. 86. С. 87-94.

28. Заєць С. О., Нетіс В. І. Ефективність застосування біостимуляторів та їх комплексів з мікроелементами на посівах сої в умовах зрошення. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Херсон. 2016. Вип. 66. С. 60-62.
29. Іваніна Р. В., Дубовий Ю. П., Сенчук С. М. Стан гумусу чорнозему вилугуваного та післядія добрив за тривалого їх застосування у зернових ланках сівозміни [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2019. № 7.
30. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr\\_2019\\_7\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2019_7_7) (дата звернення: 02.02.2021).
31. Інтерактивна карта ґрунтів України. [Електронний ресурс]. URL: <https://superagronom.com/karty/karta-gruntiv-ukrainy> (дата звернення: 20.09.2019)
32. Камінський В. Ф. Комплексний вплив факторів інтенсифікації на формування врожаю сої у північному Лісостепу. Вісник аграрної науки. Київ, 2006, № 9. С. 36-42.
33. Кондратюк С. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 3. С. 114-119.
34. Коць С. Я., Рибаченко Л. І., Пухтаєвич П. П., Мокрицький К. А. Формування та функціонування симбіотичних систем соя - *Bradyrhizobium japonicum* за впливу комплексів наночастинок карбоксилатів мікроелементів [Електронний ресурс]. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. Вип. 29. С. 12-20. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik\\_2019\\_29\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2019_29_4) (дата звернення: 14.04.2021).
35. Кукол К. П., Воробей Н. А., Пухтаєвич П. П., Коць С. Я. Вплив біопрепаратів бульбочкових бактерій із кармоїзином на формування та функціонування симбіотичних систем соя–*Bradyrhizobium japonicum*
36. [Електронний ресурс]. Plant Varieties Studying and Protection. 2021. Т. 17, № 2. С. 123-129. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr\\_2021\\_17\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2021_17_2_7) (дата звернення: 25.02.2021).
37. Лагуш Н. І. Вплив тривалого застосування добрив у зерно-просапній сівозміні на агрохімічні властивості ґрунту та продуктивність конюшини

- лучної. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2019. № 2. С. 25-28.
38. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. 800 с.
39. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ “Українські технології”, 2008. 624 с.
40. Лісовал А. П., Макаренко В. М., Кравченко С. М. Система застосування добрив: підручник. Київ: Вища школа, 2002. 317 с.
41. Літвінов Д. В. Екобезпечне використання добрив у короткочасних сівозмінах Лісостепу [Електронний ресурс]. Агроєкологічний журнал. 2014. № 3. С. 58-64. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog\\_2014\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2014_3_11) (дата звернення: 18.03.2021).
42. Лопушняк В., Засекін Н., Лагуш Н. Вплив післядії ферментованих органічних добрив на агрохімічні показники дерново-підзолистого ґрунту та кормову продуктивність конюшини лучної. Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. 2016. № 20. С. 156-160.
43. Мельник В. І., Романащенко О. А., Циганенко М. О. та ін. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти [Електронний ресурс]. Інженерія природокористування. 2020. № 3. С. 29-34. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk\\_2020\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Iprk_2020_3_7) (дата звернення: 02.02.2021).
44. Мельник В. М., Коць С. Я. Формування і функціонування симбіотичних систем соя–*Bradyrhizobium japonicum* за різного водозабезпечення [Електронний ресурс]. Физиология растений и генетика. 2015. Т. 47, № 6. С. 483-490. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR\\_2015\\_47\\_6\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2015_47_6_5) (дата звернення: 14.04.2020).
46. Надкернична О.В. Особливості впливу деяких азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин сої. Корми і кормовиробництво : міжвідом. темат. наук. зб. Вінниця, 2001. Вип. 27. С. 112-114.

47. Наумов О. Б., Білоусов О. М. Соя як економічна та сировинна складова олієжирового комплексу України [Електронний ресурс]. Бізнес-навігатор. 2011. № 1. С. 71-73. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav\\_2011\\_22\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/bnav_2011_22_15) (дата звернення: 15.07.2020).
48. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 100-107.
49. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: навчальний посібник. Вінниця, 2011. 374 с.
50. Пархуць Б. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЛНАУ. 2019. № 23. С. 257-260. 59. Пиндус В. В. Азотфіксувальна здатність сої за органічного вирощування в Правобережному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробством НААН». 2013. Ви. 1-2. С. 109-114.
51. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Формування елементів продуктивності та врожайності сортів сої під впливом застосування біостимуляторів росту. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2011. № 16. С. 112-116.
52. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю., Маляренко О. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від застосування добрив, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2018. № 6. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr\\_2018\\_6\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/novagr_2018_6_6) (дата звернення: 02.02.2021).
53. Про охорону праці : Закон України. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. С. 668 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 08.08.2021).
54. Сакун М.М., Нагорнюк В.Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Одеса "Видавництво", 2009. 184 с