

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

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

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

“ _____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на здобуття освітнього ступеня «Магістр» на тему:
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В
УМОВАХ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА «НОВЕ»
ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Здобувач

_____ Антон ВАРАВА

Керівник кваліфікаційної роботи,
доцент

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО

Дніпро 2024

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Агрономічний факультет
Кафедра загального землеробства та ґрунтознавства
Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітньо-професійна програма «Агрономія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри загального землеробства
та ґрунтознавства
к.с.-г.н., доцент Олександр МИЦІК

(підпис)

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

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

Варави Антона Петровича

- 1. Тема роботи:** Ефективність елементів технології вирощування сої в умовах фермерського господарства «Нове» Дніпровського району Дніпропетровської області
- 2. Термін подачі здобувачем завершеної кваліфікаційної роботи на кафедру** “ _____ ” _____ 2024 р.
- 3. Вихідні дані для роботи:**
 - с.-г. підприємство – фермерське господарство «Нове»
 - сільськогосподарська культура – соя
- 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)** обґрунтувати характер впливу факторів, що вивчаються, на польову схожість насіння та настання фенологічних фаз розвитку рослин сої; визначити величину засміченості посівів залежно від мінерального живлення; оцінити симбіотичний потенціал сої при різному насиченні ґрунту мінеральними добривами; встановити характер дії рівня мінерального живлення на врожайність зерна сої; визначити якість зерна сої залежно від норм мінеральних добрив; розрахувати економічну ефективність досліджуваних прийомів вирощування сої.

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

облікові документи та картосхеми полів господарства, генеральний план-схема землекористування господарства

6. Дата видачі завдання: _____

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

Завдання прийняв
до виконання

_____ Антон ВАРАВА
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка

Здобувач

_____ Антон ВАРАВА
(підпис)

Керівник
кваліфікаційної роботи

_____ Сергій ШЕВЧЕНКО
(підпис)

ЗМІСТ

	стр.
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Значення, біологічні особливості культури сої та вимоги до агротехніки	10
1.2. Особливості мінерального живлення сої	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Ґрунтовий покрив території проведення експерименту	24
2.2. Метеорологічні умови проведення досліджень	26
2.3. Схема досліду та технологія вирощування сої	29
2.4. Методика проведення досліджень	31
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
3.1. Агрохімічні показники ґрунту в залежності від умов вирощування сої	39
3.2. Гідротермічний режим ґрунту при різному рівні удобрення	40
3.3. Агрофізичні властивості чорнозему в залежності від елементів агротехнології сої	41
3.4. Лабораторна та польова схожість, густина сої на момент збирання	42
3.5. Засміченість посівів сої	45
3.6. Структура продуктивності сої залежно від агротехніки	48
3.7. Урожайність зерна сої за різних рівнів удобрення	50
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	53
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	55
5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві	55
5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві	55
5.3. Вимоги охорони праці під час роботи з мінеральними добривами та	

	4
регуляторами росту	57
5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в господарстві	61
ВИСНОВКИ	62
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи. Ефективність елементів технології вирощування сої в умовах фермерського господарства «Нове» Дніпровського району Дніпропетровської області

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності сої.

Предмет дослідження. Прийоми вирощування, які включають застосування мінеральні добрива.

Методи дослідження. Методична частина експерименту базувалася на теорії багатофакторних дослідів, регресійному та дисперсійному аналізі. Статистична обробка даних експериментальних досліджень проведена з використанням програм «STATISTICA» та «Excel».

У дисертаційній роботі досліджено комплексний вплив норм мінеральних та сидеральних добрив на формування продуктивності сої в умовах Північного Степу України. Вперше на основі однофакторного польового дослідів встановлено закономірності росту та розвитку сої при диференціації добрив та визначено оптимальні рівні живлення для отримання високої врожайності зерна сої.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і рекомендацій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінки комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 72 найменувань.

Ключові слова: АГРОТЕХНІКА, СОЯ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ВСТУП

Актуальність теми. Найбільшою проблемою в сільському господарстві, як у мировому, так і у всеукраїнському масштабі, залишається дефіцит кормового та харчового білка. Саме з цієї причини посівні площі під цією культурою зростають, здійснюються спроби збільшити її продуктивність. Дніпропетровська область останніми роками є лідером в степовій зоні з валового збирання зерна сої: у 2015 році тут отримано 321 тис. тонн, а у 2023 році вже 600 тис. тонн зерна. Отримані результати є закономірним наслідком підтримки урядом галузі наукового пошуку сільському господарстві.

Застосування добрив є основою продуктивності сільськогосподарських культур, від них залежить близько половини збільшення врожаю. Крім цього, які вносяться в достатніх кількостях, вони є гарантом збереження та відтворення родючості ґрунту. Раціональне використання рослинами мінерального харчування залежить від багатьох факторів, серед яких наявність та доступність необхідних для фізіологічних процесів мікроелементів.

Спочатку низький вміст мікроелементів у більшості ґрунтів світу генетично обумовлено бідністю ними земної кори в порівнянні з іншими елементами. Усунення цього дефіциту може проводитись різними шляхами. Наприклад, перспективне створення генетично стійких до дефіциту мікроелементів сортів рослин. Однак можливості компенсаторних механізмів рослин обмежені і такий спосіб вирішення проблеми не компенсує відчуження мікроелементів із урожаєм із ґрунтів. Тому у світовій практиці основним способом вирішення проблеми залишається застосування мікродобрив.

Для повноцінного зростання та розвитку сої необхідне забезпечення рослин не лише азотом, фосфором та калієм, а й мікроелементами. Виявлення оптимальних доз та поєднань цього елемента для формування високих стабільних урожаїв сої особливо актуальне при інтенсифікації виробництва за високого винесення мікро та макроелементів із ґрунту з товарною продукцією.

Отже, тема кваліфікаційної роботи та підвищення продуктивності соєвих бобів дуже актуальна.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалася за тематикою кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпровського державного аграрно-економічного університету: «Наукового забезпечення агропромислового виробництва Дніпропетровської області».

Мета досліджень – розробка прийомів оптимізації технології вирощування сої за рахунок мінеральних добрив для підвищення врожайності зерна на чорноземних ґрунтах степової зони України.

До завдань досліджень входило:

- визначити схожість, збереження до збирання та густоту стояння рослин сої;
- провести спостереження за тривалістю фенологічних фаз та вегетаційного періоду різних сортів сої;
- розглянути формування асиміляційного апарату та фотосинтетичної діяльності посівів;
- дослідити структуру врожаю; визначити продуктивність сої, біохімічний склад та якісні параметри зерна.

Об'єкт вивчення. Процес формування продуктивності сої.

Предмет дослідження. Прийоми вирощування, які включають застосування мінеральні добрива.

Методи дослідження. При проведенні та організації польових експериментів використовувалися системні підходи та сучасні наукові методи. Усі супутні спостереження, обліки та аналізи здійснювалися за загальноприйнятими методиками: Методикою польового експерименту, Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур, Методичними вказівками з вивчення колекцій світових генетичних ресурсів зернобобових: поповнення, збереження та вивчення, а також за загальноприйнятими методами в землеробстві та рослинництві. Статистична

обробка даних експериментальних досліджень проведена з використанням програм «STATISTICA» та «Excel».

Наукова новизна. У дисертаційній роботі досліджено комплексний вплив норм мінеральних та сидеральних добрив на формування продуктивності сої в умовах Північного Степу України. Вперше на основі однофакторного польового дослідження встановлено закономірності росту та розвитку сої при диференціації добрив та визначено оптимальні рівні живлення для отримання високої врожайності зерна сої.

Теоретична та практична значимість. Отримані в кваліфікаційній роботі експериментальні дані підвищують ефективність вирощування сої, дозволяють товаровиробникам оптимізувати систему добрива. Результати науково-дослідної роботи можуть бути корисними як фахівцям, які займаються науковими розробками, так і практикам, які застосовують сформульовані на основі кваліфікаційної роботи рекомендації у реальному виробництві у ґрунтово-кліматичних умовах степової зони. Отримані матеріали дозволяють коригувати елементи агротехнології вирощування сої для отримання високого стабільного врожаю запланованої якості.

Експериментальний матеріал може послужити основою при складанні практичних рекомендацій щодо прогресивних технологій обробки сої, увійти складовою до програм навчальних дисциплін бакалаврів, магістрів та аспірантів агрономічного профілю та використовуватися при проведенні занять на курсах підвищення кваліфікації керівників та агрономів сільськогосподарських формувань.

Особистий внесок. Автором кваліфікаційної роботи визначено мету та завдання експерименту, розроблено програму та методичку досліджень, виконано польові та лабораторні дослідження, проведено статистичну та економічну обробку результатів, їх опис, підготовку кваліфікаційної роботи, публікацію результатів, висновки та рекомендації виробництва.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідалися на конференції Міжнародній науковій

конференції «Еколого-біологічні основи сучасного землеробства в умовах природно-техногенних комплексів степової зони України» (Дніпро, 2024) та розглядались і затверджувались на засіданнях кафедри загального землеробства та ґрунтознавства Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Дипломна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних літературних джерел. Загальний обсяг роботи 70 сторінки комп'ютерного тексту, включаючи 12 таблиць, 1 рисунок. Список використаних джерел складається з 72 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Значення, біологічні особливості культури сої та вимоги до агротехніки

На сьогоднішній день сільськогосподарській культурі сої відводиться лідируюча позиція серед зернобобових та олійних культур у світовому землеробстві. Її культивують на всіх світових континентах [2, 6, 19, 53, 72].

Боби сої є продовольчою, кормовою і технічною культурою одночасно. Плоди універсальні у використанні, оскільки в ньому міститься 36,4% сирого протеїну, 6,47% жиру, 32,4% безазотистих екстрактивних речовин, 5,2% сирій клітковини та 5,6% золи, 4,94% клітковини, 28,97% БЕВ, 6,14% золи, а також кальцію – 0,30 та фосфору – 0,39. Оскільки в білку соєвого шроту є практично всі незамінні амінокислоти, то цей продукт переробки відрізняється високою біологічною цінністю [12, 62, 69].

У порівнянні з іншими польовими культурами за критерієм харчової цінності білок кукурудзи та пшениці становить 5 одиниць, ячменю – 7, гороху – 20, рапсового шроту – 31, а соєвого – практично 43 одиниці тварин та птиці, що близько у 8,5 разів вище порівняно із зерном пшениці [1, 7, 23, 53, 70].

Не можна не відзначити велику затребуваність зерна сої при виробництві продуктів харчування. Соєве борошно відрізняється дієтичними властивостями, оскільки вона має низький вміст крохмалю. займає лідируючу позицію серед інших бобових культур. Для порівняння 100 г борошна з соєвих бобів містять 450 калорій, з гороху - 320, з пшениці - 360, з вівса - 385 калорій. все також широко: рослинний сир, кисле молоко, сир, вершки, кумис, різні соуси та інше. 6 % золи. В силу своїх якостей таке молоко використовується на кормові цілі для сільськогосподарських тварин: здатне замінювати цільне молоко при випоюванні телят і поросят [3, 16, 19, 50, 69].

Примітно, що технологія переробки сої вдосконалюється, це, у свою чергу, сприяє відкриттю нових областей її застосування. з рафінованою та згущеною олією, яка не поступається за якістю вершковому. цілі, наприклад, на виготовлення емалевих та водотривких фарб [6, 19, 51].

Таким чином, широкий спектр застосування сої вимагає отримання стабільних та високих урожаїв сировини. Для цього потрібно знати біологічні особливості культурної рослини та підбирати оптимальні технології її обробітку у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Відомо, що соя являє собою однорічну трав'янисту рослину з сімейства бобових. . типовою бобовою культурою, вона має здатність збагачувати ґрунт біологічним азотом.



Рис. 1. Посіви сої

Виявлено, що густі посіви призводять до формування рослин з високими тонкими стеблами, невеликою кількістю бічних гілок і бобів з дрібним насінням. апарату до критичного періоду утворення бобів. дня соя чуйна до зміни світлового режиму. Однак, з просуванням на північ і збільшенням тривалості дня, сорти є більш скоростиглими і мають меншу чуйність на зміну

довжини дня впливає на висоту рослин, кількість міжвузлів, тривалість фаз розвитку, а також на загальну продуктивність рослини [1,19, 59].

Сою незважаючи на широку географію поширення, пред'являє підвищені вимоги до температури навколишнього середовища. Значення даного чинника збільшується на момент проростання насіння і продовжується на початок формування бобів, а на час дозрівання плодів значно знижується. Мінімальною температурою повітря для проростання сої вважається $+10...+12^{\circ}\text{C}$, оптимальною – $+15...+22^{\circ}\text{C}$ [22, 36, 59, 63].

Незважаючи на це вона здатна витримувати короточасні заморозки при зниженні температури до $-2...-3^{\circ}\text{C}$. Зазначено, що з температурі ґрунту нижче $+10^{\circ}\text{C}$ енергія проростання схожість насіння знижується значною мірою. Такі умови сприяють зараженню посівного матеріалу ґрунтовими мікроорганізмами, що викликають гніль.

Виявлено, що температура уповільнює як швидкість проростання насіння, а й час, необхідне наростання вегетативної маси рослин. За умови достатньої вологозабезпеченості швидкість росту рослин значною мірою збільшується з підвищенням температури під час посіву. Як і більшості рослин для успішного зростання та розвитку необхідний біологічний мінімум, тобто мінімальна температура за якої успішно відбуваються життєво важливі процеси. Для сої вона дорівнює $+10^{\circ}\text{C}$. При зниженні цього показника відзначається сильна затримка цвітіння або його відсутність зовсім. Оптимумом температура під час цвітіння є $+20...+25^{\circ}\text{C}$, а під час утворення насіння та його дозрівання $+20^{\circ}\text{C}$ [3, 6, 20, 53, 70].

Сою можна вважати відносно вологолюбною культурою, однак, висуває неоднакові вимоги до умов вологості ґрунту в різні фази росту та розвитку. Деякі автори визначають сою як посухостійку культуру. З цієї причини інші вважають за краще відносити досліджувану культуру до середньозасухостійких. Задовільний урожай сої формується при рівномірному розподілі опадів за умов дуже обмеженої забезпеченості вологою: потрібно близько 300 мм опадів за вегетаційний період (травень-серпень). У цьому

відношенні критичним періодом у сої вважається переважно період утворення насіння.

Для проростання насіння соя вимагає близько 90-150% води від маси повітряно-сухого насіння. Примітно значний вплив температури на швидкість набухання насіння. Витрата води також велика з моменту появи сходів до початку розгалуження з інтенсивного утворення зеленої маси. Далі, встановлено зниження транспіраційного коефіцієнта під час розгалуження та початку цвітіння. Причому, значне зниження коефіцієнта транспірації спостерігається у фазу масового цвітіння, а після різке зростання до періоду формування насіння [2, 6, 19, 53, 72].

Вирощування сої можливе на різних ґрунтах – на чорноземних, каштанових, дерново-підзолистих, що характеризуються різним гранулометричним складом від супісків до важких суглинків. Широкий діапазон ґрунтових умов для успішного обробітку сої пояснюється її високою пристосувальною здатністю при належному рівні агротехніки. У сприятливих умовах соя формує потужну та глибоку стрижневу систему, здатну добре закріплюватися у ґрунті та забезпечувати інтенсивне водне та мінеральне харчування рослині. Таким чином вилучення з ґрунту елементів живлення відбувається найбільш повно порівняно з культурами, що мають не настільки розвинену кореневу систему [3, 16, 19, 50, 51].

Досвід вчених свідчить про те, що є все ж таки ґрунти абсолютно непридатні для обробітку сої є. Такими є заболочені ґрунти, солонці та солончаки. На цих ґрунтах відбувається швидка загибель сходів після їхньої появи. Крім того, виявлено, що рослини сої повільно розвиваються на ґрунтах із близьким заляганням ґрунтових вод. Дослідники схожі на думці, що ця культура не переносить кислих ґрунтів. Так, поряд вчених доведено, 6-6,5 од. рН для сої є найбільш сприятливими.

Досвідченим шляхом встановлено, що традиційно обробіток ґрунту полягає в зяблевій оранці на глибину не менше 22-25 см. На легких ґрунтах з невеликим орним горизонтом даний агротехнічний прийом проводиться на

повну глибину, на середньосуглинистих – на 20-22, на важкосуглинистих глибина дещо збільшується і складає 25-27 см. Особлива увага приділяється весняному обробітку ґрунту [1, 2, 51].

Друга спрямована на виконання наступних основних умов: «закриття» ґрунтової вологи, вирівнювання поверхні земельного угіддя для кращого посіву та знищення сходів бур'янів у фазі білої нитки. При досягненні ґрунтом фізичної стиглості здійснюють боронування зубними бородами у два сліди поперек основної обробки. Це допомагає знижувати випаровування вологи, сприяє кращому прогріванню ґрунту та провокує насіння бур'янів на проростання. Наступним прийомом є культивація, яку проводять у день посіву на глибину 5-6 см.

Крім традиційної технології вирощування сої існують альтернативні, спрямовані на біологізацію, зниження енерговитрат та підвищення рівня ґрунтової родючості. Такими є (мінімальна) Mini-till та (нульова) No-till технології. Вони мають ряд особливостей, переваг і водночас недоліків. Відомо, що при альтернативних способах вирощування врожай сої можливо отримувати на рівні з традиційним і навіть вище [2, 6, 19, 53, 72].

Особливість харчування сільськогосподарської культури сої полягає в її здатності, як бобової культури, вступати в симбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями. Результатом такої взаємодії є надходження в рослину фіксованого атомарного азоту, що активно проходить у фазу цвітіння, формування та зростання бобів за умови гарної оструктуреності та аерації ґрунту. Експериментально встановлено незадовільний розвиток корневих бульбочок сої на кислих та важких ґрунтах.

В степовій зоні України оптимальна температура та сприятлива вологість для утворення та життєдіяльності бульбочок сої встановлюється як правило у другій та третій декаді червня. У початкові фази розвитку культури бульби ще не утворюються, тому азотне харчування відбувається за рахунок засвоєння мінералів із ґрунтового розчину. У цей період вегетації недостатню кількість азоту потрібно заповнювати за рахунок застосування мінеральних добрив. Крім

того, у перезволоженому ґрунті азотні добрива є єдиним джерелом азоту для рослинних організмів, оскільки в таких умовах загасають також процеси нітрифікації [1, 12, 20, 54].

Со́я відрізняється гарною чуйністю на фосфорні добрива. Завдяки їхньому впливу відбувається прискорення дозрівання зерна, підвищення врожайності та якості культури. Крім того, збільшується чисельність кореневих бульб і їх маса. Висока потреба сої у фосфорі встановлена протягом усієї вегетації. Добрі результати також досягнуто при застосуванні калійних добрив. Вони суттєво підвищують урожайність у посушливі роки, однак у роки з нормальним або надмірним зволоженням ефективність калійних добрив знижується через достатнє калійне харчування в природних умовах.

Дуже важливо знати фази розвитку культурної рослини та створювати сприятливі умови, що відрізняються специфікою, що відповідає термінам. З метою забезпечення оптимальних умов появи сходів, необхідно дотримуватися параметр глибини посіву насіння. Занадто глибоке насіннєве ложе, що прогрілося недостатньо, пересушений верхній шар ґрунту призводить до зтягування та нерівномірної появи сходів.

Перший складний лист у сої з'являється через 5-7 днів після появи сходів, наступне листя – кожні 4-7 днів. Фаза розгалуження у ранніх та середньостиглих форм настає на 15-20-й день після сходів. До цвітіння рослин інтенсивно наростає коренева маса, відбувається активне накопичення поживних речовин у листі і утворюються перші квітки. За наявності сприятливих для зростання та розвитку умов відбувається подовження нижніх міжвузлів, що призводить до посиленого розгалуження. З початком цвітіння активізуються окислювальні процеси, що свідчить про активну витрату поживних речовин на енергію [2, 10, 50].

Виявлено, що цвітіння сої має розтягнутий характер. Початок фази плодоутворення умовно зважає на появу зів'ялих квіток на верхівці стебла і міжвузлях. Приріст вегетативної маси завершено. Зростання бобів триває від 18 до 30 днів і залежить від скоростиглості сорту. Основними факторами, що

впливають на тривалість формування плодів, є температура і вологість. Період дозрівання є найкоротшим періодом за вегетацію рослин. За задовільних умов вона триває 11-15 днів. Надлишок чи нестача тепла значно впливають на строки дозрівання. У період плодоутворення відбуваються такі процеси як накопичення жиру та золистих речовин, у насінні підвищується кількість водорозчинної фракції білка, знижується вміст небілкового азоту. Також збільшується кількість ненасичених кислот, що призводить до зниження вільних кислот у маслі. З цієї причини збирання до настання фізіологічної стиглості, коли біохімічні процеси не завершені, категорично нераціональне і тягне за собою зниження якості та кількості врожаю [1, 5, 20, 51].

Грамотне розміщення сої у сівозміні значно збільшує її врожайність. Не рекомендується беззмінно висівати більше 2-3 років тому, що зростають ризики накопичення хвороб та шкідників у ґрунті, наприклад, збудників бактеріозу. Як просапна бобова культура, соя по праву вважається хорошим попередником для більшості сільськогосподарських культур, оскільки залишає після себе велику кількість азоту.

1.2. Особливості мінерального живлення сої

Для живлення рослинних організмів провідним прийомом поряд з обробітком ґрунту є внесення добрив. Найбільш широко застосовні мінеральні добрива в силу того, що вони мають швидку засвоюваність. При внесенні їх у ґрунтовий покрив гранули вступають у взаємодію з вологою з ґрунту, після чого збагачують за допомогою розчинення ґрунтовий розчин. Далі здійснюються процеси всмоктування, які називають кореневим харчуванням.

Добрива, що містять азот, визначають прискорену побудову тканин рослини та формування зеленої маси. У разі нестачі даного поживного елемента, як правило, відзначається тьмяне забарвлення листя, повільне наростання вегетативної маси та загалом затягування фаз росту та розвитку. Причиною тому стає зниження фотосинтетичного потенціалу через низький вміст хлорофілу [1, 6, 19, 54].

Фосфор зазвичай вважається необхідним елементом освіти органів рослини, відповідальних за генеративне розмноження. Така залежність безпосередньо відбивається на майбутньому врожаї, оскільки ці процеси стосуються кількості та якості зав'язей. Через неповноцінне формування зав'язей, ймовірність отримання високої продуктивності рослин низька. Не можна не приділити уваги третьому головному макроелементу калію. Він забезпечує електрохімічну сталість клітин рослинних тканин, а також підтримує міжклітинний обмін речовинами, що загалом позначається на функціонуванні рослини як системи [5, 50, 53, 63].

Необхідно дотримуватись низки вимог до складання системи добрива для зернобобових культур, оскільки вони мають ряд особливостей. Відзначено тенденцію, за якої підвищення дози мінерального харчування у прямій залежності тягне за собою збільшення врожайності культури до певної межі. Зернові бобові культури також можливі до застосування вищезгаданої закономірності. Однак, для цього сімейства азотне харчування навіть при малих дозах діючої речовини дані несвоєчасно можуть негативно позначатися на продуктивності сої.

Через свою здатність до накопичення азоту в ґрунті, як уже було згадано вище, бобові культури по праву вважаються найкращими попередниками. В.С. Циков про бобових писав, що це «культури, що збагачують ґрунт». З перших етапів формування агрономії як науки відзначалися удобрювальні властивості сімейства бобових. Причин такого сприятливого впливу щодо ґрунту дві – здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, що дозволяє отримувати до 250 кг/га мінерального азоту «з повітря» та потужна коренева система, що сприяє зниженню щільності ґрунту [1, 5, 20, 51, 55].

Симбіоз бобових культур та мікроорганізмів-азотфіксаторів, як явище вперше було відкрито у 1888 році М. Бейєрінком. Вчений виділив азотфіксуючі симбіотичні організми з бульбочок, що знаходяться на корінні рослин бобових рослин. Також М. Бейєрінком визначено й особливість ризобактерій, яка

полягає в утворенні власне кореневих бульбочок, де й відбуваються основні процеси фіксації атмосферного азоту [6, 20, 51, 70].

За літературними даними потужна коренева система зернобобових культур здатна проникати в глиб ґрунтового покриву до 3-х метрів. Коренева маса, залишена у ґрунті, піддається процесам мінералізації не один рік, що визначає поступову трансформацію органічного азоту в мінеральну форму, яка вже на пряму засвоюється рослинами. Солома бобових за вмістом азоту перевищує інші польові культури. Пожнивні залишки також роблять значний внесок у збагачення ґрунту і через більшу їх масу порівняно з тонконоговими культурами.

Є низка досліджень, що підтверджують перевагу бобових культур як попередника, оскільки останні збільшують врожайність наступних культур сівозміни. Також на практиці в різних ґрунтово-кліматичних зонах Росії неодноразово доведено якісний та кількісний вплив бобових, зокрема сої, на підвищення вмісту азоту в ґрунті.

Примітно, що застосування біологічного способу збагачення ґрунту найдешевшим у плані накопичення як біологічної, так і мінеральної форми азоту. Внесення мінеральних добрив хоч і є найбільш оперативним способом забезпечення недостатніх елементів живлення у критичні фази розвитку рослин, передбачають під собою суттєві витрати на придбання, транспортування, зберігання, внесення та закладення. Біологічний

азот у цьому відношенні безкоштовний і обмежений лише фіксаційним потенціалом тієї чи іншої бобової культури. Наприклад, горох здатний накопичити 150 кг/га ґрунту азоту, тоді як соя на 60 % ефективніше.

За даними польових досліджень Белгородського НДІСГ, що полягають у вивченні теми формування ґрунтової родючості шляхом обробітку бобових культур зробили висновок, що культура горох менш здатна накопичувати органічну речовину в порівнянні з вико-вівсяною сумішшю. Причому у другому випадку витрата мінерального азоту йде не на 2 культури одночасно – на бобову та злакову. Встановлено й те, що у ґрунті під посівами травосуміші

вміст азоту перевершує чистий посів бобової культури, що несе певний інтерес для аграрної науки [1, 6, 20, 51].

Ряд наукових досліджень, що включають розрахунок економічної ефективності застосування зернових бобових культур як попередників, свідчать про високу рентабельність останніх [6, 15, 50, 69].

Механізми симбіотичного апарату не вивчені повною мірою досі. Встановлено, що навіть після збирання рослин бульбочкові бактерії продовжують свою життєдіяльність. Вони здійснюють перехід на сапротрофний тип харчування, споживаючи поживно-кореневі залишки. Симбіотична взаємовигода побудована на тому, що з рослин бактерії отримують виділяються кореневими волосками цукру, що є джерелом харчування. Ті, своєю чергою, визначають азотне харчування рослинних організмів. Симбіоз частково продовжується і на поживних залишках, що споживається вже наступною культурою сівозміни. Таким чином бобові рослини виростають на ґрунті, збагачують її не збіднюючи.

У більшості регіонів країни вчені аграрії приділяють увагу вивченню цього питання. Досліджень носять виняткову актуальність через потенційну можливість керувати явищем азотфіксації, який ще мало вивчений.

Виявлено, що існує певна залежність симбіотичної активності від погодних умов. При низьких позитивних температурах та підвищеній вологості атмосферного повітря інтенсивність азотфіксації бобових культур збільшується. Однак кількість органічної маси, що залучається до біологічного кругообігу агрофітоценозів, невелика через меншу вегетативну масу рослин, що сформувалася за такої погоди. Через недостатню кількість вологи так само відзначається зниження біологічної активності ризобактерій, що спостерігається у посушливі періоди [2, 5, 50, 53].

Ще однією причиною зниження симбіотичної активності, як встановлено вченими, є підвищена концентрація нітратів у прикореневій зоні. Це відбувається не тільки через внесення зайвих доз азотних добрив, а й через активну діяльність мінералізуючих органічних залишків бактерій.

Ряд досліджень демонструє культуру сої як чудового попередника більшість сільськогосподарських культур. У Білгородській області досить поширена трипільна сівозміна, що включає сою, озиму пшеницю та кукурудзу на зерно. Це значною мірою визначає високу продуктивність зернових культур та підтримку родючості ґрунту.

Поруч польових експериментів виявлено, що збільшення дози азотних добрив спричиняє зниження біологічної активності засвоєння даного елемента.

Однією з причин, що визначають труднощі включення бобових культур до агрофітоценози є складання системи добрив для цілої сівозміни. Рослинні організми мають життєво важливу потребу у азотному харчуванні. Однак при включенні бобових культур необхідно дотримуватися умов особливої чутливості рослин даного сімейства. Причиною цього є зниження активності ризобактерій через тимчасове підвищення кислотності ґрунтового середовища. Це явище пригнічує і багатьох інших представників ґрунтової мікробіоти [53, 72].

Крім того, вагомою є залежність азотфіксуючого потенціалу від дози азотних добрив, яка, як правило, є зворотною. Через швидке засвоєння мінеральних добрив висока концентрація нітратів у клітинах рослини формується так само оперативно. За такого стану активується попереджувальна система, що скорочує механізми додаткового накопичення азоту тобто. азотфіксації, що призводить до їх уповільнення.

Застосування добрив в один термін (як правило восени під основну обробку ґрунту) сприяє неповноцінному використанню мінеральних елементів. Комбінація основного внесення та внесенням як підживлення визначають найбільш сприятливі умови живлення відповідно до потреб рослин у різні періоди росту та розвитку.

Ґрунти, відведені під сільськогосподарське використання при щорічному винесенні поживних речовин з основною та побічною продукцією не здатні довгостроково забезпечувати рослини не лише азотом, а й фосфором та калієм. Тому для отримання високого та повноцінного врожаю на підставі

забезпеченості ґрунту, що визначається агрохімічним обстеженням, встановлюються необхідні дози тих чи інших діючих речовин та добрив. Це доводиться численними дослідними вітчизняних дослідників.

Оскільки процеси фіксації атмосферного азоту зумовлені активною взаємодією бобових культур із бульбочковими бактеріями, то з метою підвищення його продуктивності застосовують штами вірулентних ризобактерій, укладених до складу бактеріальних добрив. Сьогодні актуальна активна науково-дослідна робота у цьому напрямі [29, 51].

Одним із обов'язкових прийомів у технології підготовки насіння бобових рослин до посіву є інокуляція їх спеціальними препаратами. Примітно, що кожної окремої бобової культури характерні специфічні симбіонти, що встановлено експериментальним шляхом. Для квасолі вірулентні *Rhizobium phaseoli*, віке, гороху, сочевиці та кормовим бобам – *Rhizobium leguminosarum*, люпину – *Bradyrhizobium lupine*, а для таких культур як маш та арахісу – *Bradyrhizobium*. Встановлено, що за неправильного підбору двох біологічних об'єктів симбіотичні відносини не будуть реалізовані.

Соя, своєю чергою, вступає у взаємовигідне співжиття з різноманітними видами *Rhizobium*, центрами походження яких є Китай (первинно) та Індія (вторинно). Сучасне уявлення про молекулярну таксономію цих видів, опубліковане Віллемсом, загальноприйняте порівняно недавно – у 2006 році. Вчений класифікував види на швидкорослі (*Sinorhizobium fredii* та *Sinorhizobium xinjiangense*), повільного темпу росту (*Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii* та *Bradyrhizobium liaoningense*) та проміжні види (*Mesorhizobium tians*). Також встановлено, що найпоширенішим симбіонтом для культури сої є *Bradyrhizobium japonicum*.

Обробку посівного матеріалу необхідно проводити в день посіву – маленькими партіями безпосередньо перед посівом. Така обережність обумовлена тим, що бульбочкові бактерії під впливом прямих сонячних променів швидко гинуть. Через 5-6 годин після обробки кількість симбіотичних організмів знижується вдвічі. З цієї причини можливе повторне

проведення інокуляції в тому випадку, якщо оброблене насіння з якоїсь причини не було висіяне своєчасно [26, 39].

Науково доведено, що інокульовані рослини сої залишають після збирання значно більше поживно-корневих залишків. Останні відрізняються великим вмістом азоту в порівнянні з неінокульовання. Збагачені азотом залишки сої піддаються процесу розкладання більш інтенсивно, що визначає і швидкість утворення доступних поживних речовин для подальших культур сівозміни.

Популяції симбіотичних бактерій продовжують свою життєдіяльність у ґрунті та після збирання бобової культури. Це явище не надає негативний вплив на зростання та розвиток наступних культур сівозміни. Визначено також нейтральність ризобактерій по відношенню до інших представників ґрунтової фауни.

Такі популяції є природно відселекціонованими, конкурентоспроможними та ефективними штамами бульбочкових бактерій; вони сприяють «спонтанному» утворення бульбочок при повторному посіві сільськогосподарської культури. Відзначаються і вироблені ознаки стійкості до несприятливих факторів, таких як посушлива погода, застосування отрутохімікатів.

Було проведено польові дослідження, проведені у 2021-2022 роках. на базі ДДАУ за чутливістю різних районованих сортів сої на фоні інокуляції насіння. В результаті експерименту визначено залежність збільшення кількості та маси корневих бульбочок із застосуванням водної суспензії Нітрагіну КМ при передпосівній обробці насіннєвого матеріалу. Обліки, здійснені у фазі стеблуння свідчать про збільшення кількості бульбочок у порівнянні та з контрольним варіантом на 65 % - з 10,9 до 18,0 шт. У фазу цвітіння ці значення дорівнюють 17,7 та 27,1 шт. на рослину, що у відсотковому вираженні становить 53,1%. Цікаво, що лідируючу позицію в цьому плані займає сорт (34 шт. на рослину). Сорт Шарм відзначився найменшою в рамках цього досвіду кількістю корневих бульб 22-25 шт. на рослину [1, 3, 19, 53, 71].

Інокуляція насіння препаратом Нітрагін КМ провокувала нарощування зеленої маси рослин та швидшого дозрівання сортів сої на 3-5 діб. Зафіксовано, що рівень урожайності культури в роки з абсолютно неоднаковими погодними умовами – у посушливий та вологий, завжди був вищим при застосуванні прийому препаратів для інокуляції насіння. У числовому вираженні збільшення досліджуваного показника за сортами за роки польових досліджень була на рівні 2,3 ц/га (9,1 %). Сорт Ювілейна був найвищим урожайним і забезпечував отримання 30,7 ц/га. Проведення інокуляції сприяло підвищенню якісних показників продукції. Контрольний варіант містив 36,2-41% білка та 20,5-22,6% жиру. Варіанти із застосуванням інокуляції в середньому продемонстрували 42% білка та 23,1% жиру відповідно [1, 2, 3].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтовий покрив території проведення експерименту

Землекористування польовий досліду, на базі якого нами були проведені дослідження, розташований в Царичанському районі Дніпропетровської області в зоні поширення звичайних чорноземів, які переважають у цьому районі.

Ґрунтовий покрив дослідного поля представлений чорноземом звичайним, сформованим на лесоподібному суглинку. Типові чорноземи відрізняються потужним перегнійно-акумулятивним шаром, що сягає одного метра в глибину. За потужністю гумусового горизонту звичайні чорноземи зони проведення дослідження відносяться до середньопотужних видів класифікації.

За гранулометричним складом відносяться в основному до важкосуглинистого вигляду. Вміст «фізичної» глини в орному шарі цих ґрунтів становить 50-55 %. Переважають фракції мулу та великого пилу.

Основні агрохімічні показники ґрунтового покриву дослідного поля є типовими для зони-утримання гумусу (за Тюріном) 4,9-5,5 %. Вниз за профілем ґрунту вміст гумусу закономірно знижується, доходячи на глибинах 80-100 см значень 1,2-1,6 %. Кислотність ґрунтового розчину нейтральні. З підвищенням глибини реакція середовища зсувається у бік підлужування [26].

Забезпеченість ґрунту поживними елементами знаходиться на досить високому рівні. Вміст рухомого фосфору в орному шарі становить 139 мг/кг, обмінного калію 122 мг/кг.

А (0-65 см) – сухий, темно-сірий, до низу з буро-сірим відтінком, важкосуглинистий, структура у верхній частині горизонту зернисто-дрібнокомкувата з порошистістю, внизу горіхувато-комкувата з зернистістю, міцна, ущільнена, пронизана, межа чітка, нерівна.

АВ (65-90 см) - сухий, неоднорідно забарвлений: буро-сірі, буро-сірі, палево-бурі ділянки з дифузними кордонами, важкосуглинистий, структура неміцна, комковато-горіхувата внизу з порошистістю, щільніше попереднього, коріння рослин, добре помітні темно -сірі і буро-сірі копроліти черв'яків, переважно «спаяні» і втратили початкову форму, межа чітка, нерівна.

В1са (91-120 см) - сухий, палево-бурій, важкосуглинистий, глибисто-призматичний, щільний, пористий, псевдоміцелій карбонатів, кротовини, затіки гумусу, межа ясна, нерівна.

В2са (120-150см) - свіжий, буро-палевий з бурими затіками гумусу, плями кротовин, важкосуглинистий, безструктурний, неяснослоїстий, менш щільний, псевдоміцелій, одиничні журавчики діаметром близько 5 мм, межа різка, нерівна.

В3са (150-180см) - свіжий, палевий з темними затіками гумусу по корінням рослин, плями кротовин, важкосуглинистий, пористий, ущільнений, безструктурний з неясною горизонтальною шаруватістю, вміст псевдоміцелію помітно менший.

Сса (>180см і глибше) - свіжий, світло-палевий, важкосуглинистий, пористий, ущільнений, безструктурний з горизонтальною шаруватістю, вміст псевдоміцелію помітно менший.

Грунтові води залягають на глибині 12-14 м. Живлення ґрунтів вологою відбувається за рахунок атмосферних опадів. Потужні чорноземи з періодично промивним водним режимом, коли води з поверхні не завжди стуляються з ґрунтовими водами, мають особливо яскраво виражені чорноземні ознаки.

Аналізуючи дані таблиці 1, можна помітити, що вміст гумусу в орному горизонті досить високий (4,19%), але вниз по профілю воно швидко падає. Слід зазначити, що ґрунти дослідної ділянки добре забезпечені калієм, середньо рухомим фосфором і середньо легкогідролізованим азотом. Причому вниз за профілем вміст всіх елементів живлення досить швидко знижується.

Реакція ґрунтового розчину на дослідній ділянці була близька до нейтральної і за роками коливалася від 6,8 рН до 7,1.

На підставі всього викладеного можна зробити висновок, що водно-фізичні властивості чорнозему звичайного сприятливі для росту та розвитку всіх сільськогосподарських культур, включаючи і сою.

2.2. Метеорологічні умови проведення досліджень

Клімат району проведення досліджень є помірно континентальним, сухим [26]. Найважливішими обмежувальними причинами, що вирішують найбільшою мірою ймовірність обробітку бобових рослин, є вкрай низьке забезпечення вологою, підвищена температура повітря, континентальність клімату, вкрай висока сума ефективних температур повітря в даний період часу, частота та тривалість посух, а також суховіїв і т.д.

Умови підзони південних чорноземів різко континентальні за рівнем посушливості. Континентальний клімат представлений великою контрастністю спекотним літом і холодною, вітряною та малим випаданням снігу взимку.

Величина атмосферних опадів становить у 350–400 мм на рік, чому при високих температурах повітря у період в діапазоні $+20$ – $+26^{\circ}\text{C}$ призводить до випаровування до 900–1100 мм, що 3–4 рази перевищує кількість опадів.

Середньорічний коефіцієнт зволоження становить 0,25–0,27, що у кілька разів нижче найбільш сприятливих коефіцієнтів, які у більшою мірою впливають формування різних землеробських культур. При цьому слід зазначити, що отримати досить високі врожаї сільськогосподарських культур, і переважно зернобобових практично неможливо без зрошення [36].

Регіон дослідження отримує достатню велику кількість тепла через своє географічне розташування. Протяжність освітлення прямими сонячними променями тут є не більше 2200–2400 годин на рік. Розмір загальної сонячної радіації, становить – 113 ккал/см³. Тривалість періоду із температурою вище 0⁰ С становлять 235–260 діб. Річна загальна кількість ефективних температур понад 10 градусів становить 3370–3500 градусів. Подібні температурні

показники для переважної більшості оброблюваних культур у Дніпровському раойні, серед яких і квасоля, надмірно великі. Загалом, температурний потенціал території досить величезний, що сприяє обробітку теплолюбних овочевих та баштанних культур [1; 31; 44]. Тривалість весни порівняно недовга, для неї характерне швидке зростання позитивних температур. Вже в третій декаді березня - початку квітня починається сухі погодні умови з рясними вітрами, що висушують верхній шар ґрунту, а до другої декади квітня температура перевищує $+10^{\circ}\text{C}$.

Літо починається у другій декаді травня завдяки різкому збільшенню температури. Середньомісячна температура дуже спекотного місяця на рік – липень має показники в межах $+24,0$ – $+26,2^{\circ}\text{C}$. У середині червня середньодобова температура навколишнього середовища долає поріг $+20^{\circ}\text{C}$ і тримається понад цю межу протягом понад 80 діб.

Найвищі температурні показники перебувають у діапазоні $+38$ – $+42^{\circ}\text{C}$. Поверхня ґрунту прогрівається до $+60$ – $+70^{\circ}\text{C}$. Влітку, брак вологи збільшується і доходить до межі, що призводить до вкрай високої втрати вологи з поверхні ґрунту, посилюється при цьому транспірація рослин [5].

У літні періоди опади мають переважно зливовий характер. Внаслідок екстремальних літніх температур і підвищення температури ґрунту, атмосферні опади, що випали, не можуть бути повністю використані культурними рослинами. Величина опадів за теплий період (квітень–жовтень) може досягати 155–160 мм, тоді як максимальна кількість опадів (близько третини від загальної кількості протягом року) посідає період із квітня до червня. Осінь приходить у першій половині вересня і триває 60–65 діб. У середині жовтня температура повітря проходить через показник $+10^{\circ}\text{C}$, далі відбувається її значне зниження. У другій декаді жовтня спостерігається стабільний перехід температури через значення $+5^{\circ}\text{C}$, що призводить до абсолютного завершення вегетації більшості сільськогосподарських культур.

Сумарна кількість опадів у період становить 16–17 % від середньорічний. Стабільний сніговий покрив формується у другій декаді грудня.

Найбільш холодним місяцем року є січень, із середньомісячною температурою повітря в межах $-9 -10$ °С. Кліматичні особливості даної території загалом є згубною для вирощування великої кількості рослинницьких культур в умовах природного зрошення (табл. 1).

Таблиця 1

Середньодобова температура, відносна вологість повітря та опади, згідно з метеостанцією, 2024 рік

Місяць	Середньодобова температура повітря, °С		Сума опадів, мм	
	середньо-багаторічна	2024 р.	середньо-багаторічна	2024 р.
Січень	-1,2	1,5	58	74,1
Лютий	-0,4	4,8	45	53,3
Березень	4,7	2,4	45	53,2
Квітень	11,8	13,4	35	37,9
Травень	17,1	15,2	52	59,7
Червень	20,8	22,9	47	48,9
Липень	23,7	23,9	44	38,3
Серпень	21,5	21,5	15	37,3
Вересень	15,5	16,5	13	37,3
Жовтень	11,5	10,5	36	37,3
Листопад	5,1	7,3	51	45,2
Грудень	1,1	4,3		
Всього за період вегетації			485,2	465,9

Тривалий період вегетації, а також хороша сума ефективних температур і рясна підтримка рослин сонячною радіацією не в змозі покрити настільки значний недолік вологи (табл. 2). Для підвищення рентабельності та стійкості в зоні без штучного зрошення рослин, обов'язковий перехід на вирощування культур, у яких висока стійкість до посух, здатних постачати врожай навіть у найбільш згубні (екстремально посушливі) роки.

Коротка характеристика метеоумов періоду проведення досліджень.

Слід зазначити, що метеорологічні умови 2024 рік при вирощуванні квасолі звичайної виявили, що середня температура повітря за період вегетації

знаходилася в діапазоні $+17,3$ – $+22,7^{\circ}\text{C}$, максимальна температура повітря становила $+31,6$ – $+37,4^{\circ}\text{C}$. Особливо спекотними та посушливими були липень та серпень, де середньодобова температура перевищувала $+26,0^{\circ}\text{C}$.

Кількість опадів, у середньому, у період вегетації, варіювало від 12,0 до 22,7 мм, що дуже негативно позначалося розвитку даної культури. Відносна вологість повітря дорівнювала 39,4–47,1%. Температура ґрунту на глибині 0,05–0,15 знаходилася в діапазоні 24,3–26,8 у середньому за вегетацію.

При аналізі метеорологічних даних з обробітку квасолі звичайної за різних норм висіву та способів посіву за період досліджень слід виділити, травень 2024 року, за який випала максимальна кількість опадів 49,8 мм. Вивчення середньодобова температура повітря варіювала від $+16,5$ до $+26,9^{\circ}\text{C}$.

Досить спекотними були липень та серпень, де максимальні температури перебували в діапазоні $+34,1$ – $+38,7^{\circ}\text{C}$.

Кількість опадів, загалом, за вегетацію становила, від 27,2 до 31,4мм. Відносна вологість повітря дорівнювала 41,6–47,7%.

2.3. Схема дослідів та технологія вирощування сої

Вивчення впливу мінерального добрива на продуктивність сої проходили в умовах фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Сівозміна п'ятипільна: сидеральна пара – озима пшениця – соя – ячмінь – соняшник. Після збирання зернових колосових сіється пожнивний сидерат із внесенням мінерального добрива у вигляді азофоски та без неї. По досягненню фази цвітіння пожнивного сидерату або при переході середньодобових температур нижче за відмітку 5°C проводиться загортання його в ґрунт дисковою бороною.

Програма досліджень включає проведення польових і лабораторних дослідів, обліків та аналізів (табл. 2).

Таблиця 2

Схема дослідів

Варіанти	Рівень удобрення
1	Без добрив
2	$\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{30}$

3	Сидерат післяжнивно
4	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяжнивно

Дослід однофакторний, повторність триразова. Розміщення ділянок багатоярусне, систематичне. Розмір елементарної посівної ділянки 36 м², облікової ділянки – 18 м².

Агротехніка досліду була близькою до загальноприйнятої у Дніпропетровській області.

У полі озимої пшениці збирання було завершено 18-23 липня. Дискування пожнивної стерні було виконано 5-10 серпня МТЗ-892 + Lemken Heliodor. На наступний день МТЗ-892 + Semeato SHM 15/17 за відповідними варіантами досвіду був посіяний редька олійна пожнивний сидерат.

Мінеральне добриво у формі азофоски у нормі N₂₀P₂₀K₂₀ вносилося 10-19 вересня сівалкою СЗ-3,6. Воно не вносилося за варіантами із сидерально-мінеральною системою добрив, оскільки сидерат ще не був скошений. Довнесли азофоску за цими варіантами 29 вересня.

Було проведено боронування дисковою бороною Lemken Heliodor 21 вересня скрізь, крім варіантів із пожнивним сидератом. Повністю поле було заборонено 4 жовтня дисковою бороною БДМ 4x4, агрегатованою з трактором Terrion із закладенням пожнивного сидерату.

Закриття вологи 10-14 березня було проведено шлейфуванням зчіпкою борін КП+ ШБ-2,5 з ланцюгом, агрегатованим з трактором МТЗ-892.

Через тиждень, 21 квітня, там же було зроблено передпосівну культивуацію МТЗ-892 + КП з додатковими вантажами та ланцюгом під посів сої.

Повторна передпосівна культивуація ґрунту МТЗ-82+КП з вантажами та ланцюгом, що вирівнює, під посів сої була проведена 2-3 травня.

Посів сої сорту Титан було проведено 3-6 травня сівалкою СЗ-3,6 з нормою висіву 900 тис. насіння на 1 га, вагова норма висіву становила 110 кг/га. Обробку насіння було проведено вручну, для протруювання насіння використовувався препарат Максим (2,0 л/т). Обробка насіння препаратом

молібдену проводилася шляхом змішування розчинів протруйника та препарату у дозі, що відповідає 50 г/га діючої речовини.

Обробка посівів сої баковою сумішшю пестицидів навісним обприскувачем ОПН-12 була проведена 31 травня у фазу 2-го трійчастого листа пестицидами: гербіцид – Родимич, 1,0 л/га; фунгіцид – Колосаль, 0,6 л/га; інсектицид - Брейк, 0,1 л/га.

Збирання ділянок дослідів було виконано 30 серпня – 4 вересня селекційним комбайном Terrion SR 2010 у мішки. Зважування врожаю з ділянок проводилося на електронних вагах підлоги CAS PB-60. У той же день було виконано визначення вологості зерна за всіма варіантами електронним приладом для вимірювання вологості Wile 55.

2.4. Методика проведення досліджень

Сорт Титан - оригінатор Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннезнавства та сортовивчення. Занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2020 р. Ранньостиглий. Рослина індетермінантна, середньої висоти, проміжної форми, з сірим опушенням стебла. Бічні листочки ланцетоподібної форми, світло-зелені, невеликого розміру. Квітка біла. Інтенсивність коричневого забарвлення боба світла. Насіння дрібне (114,8-140,9 г), подовжено-плескатої форми, жовте, рубчик жовтий. Висота прикріплення нижнього боба 10,5-20,0 см. Вміст білка в насінні 32,1%, жиру 22,7%. Стійкий до вилягання та осипання. Рослини детермінантного типу, висотою 75-105 см. Листя трійчасте, листочки вузькі, ланцетоподібні, зелені. Квітки дрібні, білі. Боби слабовигнуті, світлі з сіруватим опушенням, не розтріскуються. Насіння дрібне, овальне, жовте; рубчик жовтий із білим вічком, не обсипаються. Маса 1000 насінин 150 г., вміст білка в насінні до 38,9%, жиру – до 22,4%. Відрізняється дружним дозріванням, придатний до прямого комбайнування, рослини не вилягають, гілки не обламуються, має високе прикріплення нижніх бобів (в середньому 17 см), стійкий до корневих

гнил. Середня врожайність у регіоні 14,9 ц/га. Висока врожайність 26,6 та 28,4 ц/га (вона ж максимальна) отримана у 2023 р.

Відповідно до програми дисертаційної роботи було проведено такі дослідження:

1. Агрохімічне обстеження ґрунту перед закладенням досвіду: визначення лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору, обмінного калію, вміст гумусу.

2. Визначення запасів продуктивної вологи в ґрунті методом сушіння в термостаті, щільності ґрунту непорушеної будови, температури ґрунту;

3. Фенологічні спостереження за проходженням основних фаз росту та розвитку висівається культури за шкалою ВВСН;

5. Кількісні та кількісно-вагові обліки засміченості посівів культур сміттєвими рослинами рамковим методом;

6. Облік урожаю ділянок зважуванням, з визначенням польової вологості врожаю;

7. Визначення структурних показників урожаю за допомогою аналізу снопових зразків за методикою Держсортівипробування;

8. Агрометеорологічні дані спостережень за час вегетації сої було взято на агрометеорологічній станції Царичанського району Дніпропетровської області. Вимірювання температури ґрунту проводилося за допомогою електронного термометра (щупа).

9. Математична обробка отриманих даних проводилася за допомогою дисперсійного аналізу.

Керуючись загальноприйнятими стандартами та затвердженими нормативами визначення дослідження виконувались за такими методиками:

1. Агрохімічне обстеження ґрунту перед закладенням досвіду проводилось у 2023 році. Аналіз агрохімічних показників ґрунту виконувала акредитована лабораторія. Відбір ґрунту для аналізу виконувався відповідальним виконавцем НДР за всіма градаціями фактора (А) макродобрих відповідно до ДСТУ 28168-16 «ґрунти. Відбір проб». Об'єднана проба ґрунту

складалася не менше ніж з 10 точкових проб, сумарна вага яких становила не менше 1 кг повітряно-сухого ґрунту (на вимогу вищевказаного ДСТУ мінімум – 400 г). Проби ґрунту маркувалися етикетками із зазначенням виконавця, місця та терміну відбору, та протягом 2-х тижнів, по досягненню повітряно-сухого стану, транспортувалися до лабораторії [19].

Визначення масової частки лужногідролізованого азоту виконувалося виконавцем агрохімічного аналізу відповідно до визначення лужногідролізованого азоту в ґрунтах за методом Корнфілда. Фосфор та калій визначалися відповідно до ДСТУ 26204-14 «ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору та калію за методом Чирикова. Вміст органічної речовини ґрунту виконувався за Тюріном відповідно до ГОСТ 26213-12 «ґрунти. Методи визначення органічної речовини».

2. Визначення запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-30 см, а також 0-100 см виконувалося перед посівом та збиранням у пробах ґрунту, відібраних за всіма градаціями фактора (А) макродобрив. Проби відбиралися пошарово через кожні 10 см буром, конструктивно аналогічним АМ-16, з порушенням природного складання ґрунту, за методикою, викладеною в «Методах дослідження фізичних властивостей ґрунтів». Для визначення вологості ґрунтів використовувався термостатно-ваговий метод відповідно до ДСТУ 28268-16 «ґрунти. Методи визначення вологості, максимальної гігроскопічної вологості та вологості стійкості. Розрахунок запасів продуктивної вологи виконувався за формулою, викладеною у «Практикумі з агрометеорологічного забезпечення рослинництва»

$$W_{\text{пр}} = 0,1 \cdot d \cdot h \cdot (W - K) \quad (1)$$

де $W_{\text{пр}}$ - запаси продуктивної вологи, мм; W – відносна вологість ґрунту, %; d – об'ємна вага ґрунту непорушеної будови, г/см³; h – товщина шару ґрунту, на яку виконується розрахунок запасу води; K – вологість стійкого зав'ядання рослин, % від маси абсолютно сухого ґрунту.

Щільність природного складання ґрунту, або об'ємна вага ґрунту непорушеної будови, визначалися за методикою, викладеною в «Методах

дослідження фізичних властивостей ґрунтів». Відбір проб ґрунту проводився там же, де і відбір для визначення вологості за допомогою бура, конструктивно аналогічного АМ-7. Надалі, зважування ґрунту проводилося після висушування проб у сушильній шафі, і її об'ємна вага обчислювалася за формулою:

$$DV=P/V \quad (2)$$

де dV – щільність скелета ґрунту, $г/см^3$; P – маса сухого ґрунту непорушеної будови у певному обсязі, $г$; V – обсяг ґрунту, $см^3$.

3. Фенологічні спостереження за зростанням та розвитком культури проводились за рекомендаціями, викладеними в «Основах наукових досліджень в агрономії». Огляд посівів сої виконувався за всіма градаціями фактора (А) макродобрих, а також за градаціями фактора (В) обробки насіння перед посівом. Спостерігалися рослини у випадково вибраних місцях ділянок, у трьох місцях не менш як по 10 рослин. Стадія розвитку рослин визначалася за міжнародною шкалою органогенезу ВВСН для сої [9].

4. Підрахунок кількості бур'янів кількісним методом виконувався перед обробкою посівів гербіцидами, а також перед збиранням сої за всіма градаціями фактора (А) макродобрих, з визначенням видів бур'янів, з 4-х майданчиків, обмежених накладеною рамкою $0,5 \cdot 0,5$ м, площею $0,25$ м² відповідно до рекомендацій, викладених у посібнику «Сміттєві рослини та заходи боротьби з ними». Поширені види бур'янів визначалися одразу під час обліку за допомогою посібника – атласу бур'янів. Малорозповсюджені види у разі сумнівів фіксувалися на фото, а потім визначалися за допомогою визначника рослин.

Кількісно-ваговий облік бур'янів проводився через 30 днів після обробки посівів гербіцидами. Чисельність і вага зелених бур'янів визначалися шляхом відбору всіх бур'янів з 4-х майданчиків, обмежених рамкою $0,5 \cdot 0,5$ м, площею $0,25$ м². Потім вони перераховувалися за видами, поділялися на групи «злакові», «однолітні дводольні», «багаторічні дводольні» і зважувалися на чашкових електронних вагах, похибка яких становила ± 2 г. Відступ від

рекомендації висушувати бур'яни, щоб отримати дані щодо сухої маси для спрощення обліку. Навіть зелена маса бур'янів по групах дозволяла оцінити різницю між градаціями фактора (А) макродобрив, і тому висушування не було доцільним.

5. Облік урожаю виконувався за допомогою селекційного комбайну Terrion SR 2010, електронних ваг CAS PB-60, а вологість урожаю визначалася за допомогою приладу WILE 55, відкаліброваного за результатами обробки сорту сої Титану сушильній шафі в місцевих умовах.

Для ділянок, розташованих у кілька ярусів на шляху комбайна, заздалегідь готувалися картонні етикетки достатніх розмірів, з підписаною кульковою ручкою назвою варіанта, а потім у них була втягнута мотузка, щоб зав'язувати горловину мішка. При цьому мотузка була вдягнута способом «на зашморг», щоб уникнути випадкової втрати етикетки. Також підготовлені таким чином етикетки були пронумеровані перманентним маркером, що відрізняється за кольором, великими цифрами згідно з номером ярусу, який відраховувався від дороги, з якої комбайн заїхав на поле, наприклад, 1-2-3-4. Це було зроблено для зменшення плутанини під час роботи. Так були підготовлені етикетки для кожного варіанта досвіду з усіх трьох повторень досвіду.

При збиранні комбайн, ширина жнивarki якого (1,5 м) збігалася з шириною ділянки, косив посів варіанта доти, доки не доходив до доріжки метрової ширини, що розділяє яруси ділянок. Після цього комбайн зупинявся, і відповідальний виконавець чекав, доки у закріпленій на фіксувальному пристрої комбайна мішок перестане сипатися зерно. Потім мішок знімався, у нього вкладалася етикетка, а помічник, що прямував за комбайном, зав'язував мішок. У цей час відповідальний виконавець із комбайнером косив наступний ділянку, дотримуючись нумерації 1-2-3-4. Потім, дійшовши до кінця ярусу ділянок, комбайн розвертався і косив сусідній прохід, при цьому етикетки відповідального виконавця були зав'язані у два пучки етикеток, які були потрібні лише на одне «коло». Пучки для проходів комбайна були заздалегідь

розкладені проходами, щоб уникнути плутанини. Етикетки з другого пучка для зворотного проходу вкладалися відповідно, у порядку нумерації, зі зменшенням порядкового номера ярусу, тобто. 4-3-2-1 [9, 12].

Після закінчення збирання поля прибрані ділянки складалися та транспортувалися на територію струму, де у тіні лежали до повернення відповідального виконавця з поля. Цього чи наступного дня мішки з урожаєм ділянок зважувалися «брутто», за допомогою приладу WILE 55 визначалася вологість зерна ділянки, а результати заносилися до попередньо підготовленої таблиці з прописаними назвами варіантів досвіду, а також дублювалися на етикетках. Відразу згідно з методикою дослідження відбиралися проби зерна вагою не менше 1,5 кг для подальших аналізів та обліків, а етикетки перекладалися в мішечки з пробами. Надалі в ході обробки результатів із загальної ваги ділянок віднімали середню вагу використовуваних поліпропіленових мішків, 0,08 кг.

6. З відібраних у процесі збирання проб зерна сої бралися наважки визначення фізичних показників якості – натури і маси тисячі насіння. Натура зерна визначалася за допомогою пурки зернової ПХ-1 МЦ відповідно до ДСТУ 54895-2012 «Зерно. Метод визначення натури». Відразу після цього зерно з пурки готувалося для підрахунку маси тисячі насіння відповідно до ДСТУ 12037-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення чистоти та відходу насіння». Після проведеної підготовки навішування визначалася маса тисячі зерен відповідно до ДСТУ 12042-00 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення маси тисячі насіння» за методом № 1. Відступом від державної методики в частині методу № 1 було використання лічильника насіння SLY-C замість ручного підрахунку (з обов'язковою перевіркою випадково обраних варіантів ручним підрахунком). Фотоелектричний принцип лічильного пристрою не допускає наявності сміттєвих домішок в навішуванні (інакше відбувається завищення числа через сміттєвих частинок, що проскочили між фотоприймачем і фотоелементом), тому суворе дотримання вимог з очищення навішування вкрай важливо.

Проби сої вагою не менше 600 г, виділені з первинних проб ділянок, також готувалися для подальшого агрохімічного аналізу на вміст білка, жиру, азоту, фосфору та калію у випробувальній лабораторії ДДАЕУ. Підготовка проб зерна полягала в очищенні їх за допомогою аналога аспіраційної шафи, тягу в якій налаштовували так, щоб очистити пробу від частинок вагою менше половини зерна сої [6, 9, 32].

Проби соломи, виділені після аналізу снопових зразків, готувалися для аналізу шляхом різання стебел на частини розміром не більше 10 см, із збереженням залишків листя, стулок бобів, але з відділенням та утилізацією коренів. Подальша пробопідготовка здійснювалася виконавцем хімічного аналізу. Для аналізу соломи на вміст азоту, фосфору та калію використовувалися відповідні ДСТУ, перелічені вище.

7. Визначення елементів структури врожаю аналізом снопових зразків сої виконувалось згідно з Методикою Держсортівипробування. Відбір снопів для аналізу проводився перед прибиранням по досягненню соєвої стиглості згідно з методикою дослідження, з 1-го та 3-го повторень за всіма варіантами досвіду. Кожен сніп складався з трьох снопиків, кожен із яких відбирався з площі $1/3 \text{ м}^2$ і у снопі ув'язувався окремим вузлом. Для запобігання втратам зерна та бобів через трясіння снопи оберталися індивідуальним широким поліетиленовим пакетом, який на час транспортування до місця зберігання не туго зав'язувався навколо стебел. Після зберігання під металевим дахом снопи почергово розбиралися. З кожного снопика після зважування снопа та підрахунку загальної кількості рослин виділялися 10 нормально розвинених екземплярів (або все, якщо в снопику не залишалось більше), з яких знімали біометричні показники. Це були такі показники: висота рослини, висота прикріплення нижнього боба, кількість додаткових гілок, кількість бобів та зерен у них, а також кількість розкритих на момент аналізу стулок бобів без зерна. Зерно з 10 рослин зважувалося на електронних вагах чашкового типу з похибкою ± 2 г. Кількість підрахованих додаткових пагонів на всіх 10 рослин ділилися на 10 рослин, так розраховувався коефіцієнт розгалуження. Потім луцилися решта

рослин снопика (1/3 снопа). Солома з 10 рослин та загальна солома об'єднувалися та зважувалися. Окремо від зерна, отриманого з 10 рослин, зважувалося зерно решти снопу.

8. Математична обробка даних проводилася з допомогою дисперсійного аналізу на ЕОМ. Для розрахунків урожаю з ділянки за вирахуванням виключень (якщо вони були) використовувалася формула:

$$X=A \cdot a / (a-v) \quad (4)$$

Де X – урожай із ділянки нормального розміру, кг; A – фактичний урожай з ділянки, де було зроблено виключення, кг; a – площа нормальної ділянки, m^2 ; v – площа ділянки з вимиканням, m^2 .

Після цього врожай із ділянок розраховувався за формулою:

$$Y=X/\Pi \cdot 10000/1000 \quad (5)$$

або

$$Y=X/\Pi \cdot 10 \quad (6)$$

де Y – врожайність із ділянки при фактичній вологості зерна, т/га; Π – площа ділянки, m^2 ; $10000 m^2$ – площа 1 га у перекладі на m^2 ; 1000 - маса 1 т у перекладі на кг.

Потім урожайність за фактичної вологості перераховувалася на врожайність за стандартної вологості 14 % за допомогою формули:

$$У_{ст.} = У_{ф.} \cdot (100-V)/(100-14) \quad (7)$$

де $У_{ст.}$ - урожайність при стандартній вологості зерна 14%, т/га; V – фактична вологість зерна, %.

Потім отримані результати по кожній ділянці вносилися в шаблон для програми дисперсійного аналізу однофакторного дослідження та обраховувалися.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Агрохімічні показники ґрунту в залежності від умов вирощування сої

Рослини сої розкривають свій біологічний потенціал лише за оптимальних умов вирощування, у тому числі однією з найважливіших є оптимальний рівень родючості, тобто. забезпеченість на протязі всього періоду вегетації достатньої кількості поживних речовин, вміст гумусу та рівень кислотності в кореневмісних шарах ґрунту. Ми у своїх дослідженнях проаналізували вміст гумусу, кислотність та рівень забезпеченості біофільними елементами трьох полів стаціонарного польового досвіду, так. за повною факторіальною схемою експеримент у натурі розгорнутий у часі та просторі, забезпечуючи статичні умови проходження ротації сівозміни.

Агрохімічне обстеження ґрунту поля сої врожаю 2024 року і показало, що фосфором та калієм він забезпечений добре (табл. 3).

Вміст фосфору в ґрунті був середнім лише за варіантом без добрив, 94 мг/кг, а за іншими варіантами досліду забезпеченість ґрунту була підвищеною та високою, в межах від 130 мг/кг до 168 мг/кг. Рухомого калію в ґрунті містилося достатньо, забезпеченість її цим елементом живлення була високою за всіма варіантами, крім того, де багато років не застосовуються добрива. Тут забезпеченість калієм була підвищеною, 109 мг/кг. Легкогідролізований азот тут був у мінімумі, тому що забезпеченість ґрунту їм була в мінімумі по відношенню до фосфору та калію. Також у мінімумі був вміст сірки. Воно варіювало в межах від 2,7 мг/кг до 4,2 мг/кг і характеризувалося як низьке. Доступного кобальту було дуже мало від 75,5 мкг/кг (або 0,75 мг/кг) до 94,0 мкг/кг ґрунту. За забезпеченістю їм ґрунт належав до групи низькозабезпечених.

**Вплив застосування добрив на агрохімічну
характеристику ґрунту в шарі ґрунту 0-40 см, 2024 рік**

Показники	Макродобрива			
	Без добрив	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	сидерат післяжнивно	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно
Лужногідролізований азот, мг/кг	137	147	144	144
Рухомий фосфор, мг/кг	94	168	134	130
Обмінний калій, мг/кг	109	126	122	131
Вміст гумусу, %	4,1	4,2	4,4	4,4

За змістом гумусу ґрунт досвіду у полі сої 2024 року був малогумусним, його масова частка була від 4,1 % до 4,4 %. Кислотність ґрунту перед закладкою досліду характеризувалася ступенем кислотності рН 6,9-7,1 залежно від варіанта добрив.

3.2. Гідротермічний режим ґрунту при різному рівні удобрення

У 2024 р. температура ґрунту на глибині 10 см була 15,3°C. Температура ґрунту узгоджується із середньодобовою температурою повітря в цей час. Це говорить про те, що ґрунт на момент вимірювань прогрівся повністю і рівномірно (табл. 4).

Температура ґрунту на глибині 10 см перед посівом сої залежно від системи добрив у 2024 році, °С

Рівень удобрення	Температура, °С
Без добрив	17,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	17,4
Сидерат післяжнивно	17,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно	17,4

У агрометеорологічних умовах, що склалися в 2024 році, запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-30 см перед посівом сої були задовільними (табл. 5).

Запаси доступної вологи варіювали в межах від 40 мм до 47 мм залежно від системи добрив. При цьому загальний запас вологи в метровому шарі ґрунту знаходився в діапазоні від 149 мм до 168 мм.

В цілому, така забезпеченість оцінювалася як хороша або дуже хороша, хоча і варто розуміти, що використання цих запасів рослинами не було можливим спочатку, поки не було достатньо розвинене коріння.

Таблиця 5

Запаси продуктивної вологи перед посівом сої залежно від системи добрив у 2024 р, мм

Рівень удобрення	Шар ґрунту, см	
	0-30	0-100
Без добрив	40	153
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	43	149
Сидерат післяжнивно	46	165
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно	47	168
НІР ₀₅ , мм	2	12

3.3. Агрофізичні властивості чорнозему в залежності від елементів агротехнології сої

Щільність ґрунту у 2024 р. перед посівом у середньому за шаром 0-30 см була в межах від 1,06 г/см³ до 1,11 г/см³ (табл. 6).

Верхній шар ґрунту 0-10 см завглибшки був спушеним, що пов'язано з передпосівною культивацією незадовго до посіву. Нижчі шари ґрунту на глибинах 10-20 см та 20-30 см були нормальної щільності від 1,12 до 1,19 г/см³.

До збирання ґрунт прийшов у рівноважний стан, і в середньому за шаром 0-30 см мала значення густини від 1,10 до 1,16 г/см³. Верхній шар глибиною до 10 см був пухкішим, ніж нижчі шари ґрунту.

У 2019 році перед посівом сої щільність ґрунту в досвіді для шару 0-30 см знаходилась у діапазоні від 0,96 г/см³ до 1,02 г/см³ (табл. 6).

**Щільність ґрунту у посіві сої залежно від системи добрив, 2024 р.,
г/см³**

Період відбору зразків	Рівень удобрення	Шар ґрунту, см			
		0-10	10-20	20-30	0-30
Сівба	Без добрив	0,87	1,10	1,16	1,04
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,85	1,12	1,18	1,05
	Сидерат післяжнивно	0,91	1,11	1,15	1,06
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяжнивно	0,94	1,10	1,19	1,08
Середнє по шару		0,89	1,11	1,17	1,06
Збирання	Без добрив	1,03	1,20	1,30	1,18
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1,00	1,27	1,29	1,19
	Сидерат післяжнивно	1,00	1,22	1,25	1,16
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяжнивно	1,04	1,21	1,29	1,18
Середнє по шару		1,02	1,23	1,28	1,18
НП ₀₅		0,05	0,11	0,09	0,06

Верхній шар глибиною 10 см був сильніше розпушений ніж нижній. Помітних відмінностей у варіантах досвіду зазначено був.

До збирання ґрунт мав рівноважну щільність, значення якої варіювало в межах від 1,09 до 1,11 г/см³. При цьому шар на глибині 10-20 см та шар 20-30 см були щільнішими, ніж верхній.

Це значення є оптимальним показником для створення сприятливих агрофізичних властивостей при вирощуванні сої на чорноземних ґрунтах регіону.

3.4. Лабораторна та польова схожість, густина сої на момент збирання

Польова схожість враховувалася двічі – у фазу появи примордіального листя, коли формувалася густина здоровіших, швидко зійшов рослин, і навіть перед збиранням (табл. 7).

Таблиця 7

Результати обліку польової схожості сої на фазу появи примордіального листків, повнота сходів, %.

Рівень удобрення	Схожість, %
Без добрив	64
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	56
Сидерат післяжнивно	60
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно	58

В таблиці 7 висвітлено дані польової схожості сої у фазі появи примордіальних листків, з урахуванням різних рівнів удобрення. Вплив використання добрив та сидератів на повноту сходів представлено у чотирьох варіантах.

За відсутності будь-яких добрив польова схожість сої була найвищою серед усіх варіантів, досягнувши 64%. Це може свідчити про достатню природну родючість ґрунту для забезпечення початкової схожості культури без застосування додаткового удобрення.

Застосування мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ дещо знизило польову схожість до 56%. У порівнянні з варіантом без добрив, цей рівень схожості є на 8% нижчим, що може бути пов'язано з впливом мінеральних добрив на початкову фазу розвитку сої, зокрема на процеси проростання та появу примордіальних листків.

Використання сидератів післяжнивно забезпечило схожість на рівні 60%, що на 4% перевищує схожість при внесенні мінеральних добрив, але на 4% поступається варіанту без добрив. Такий результат вказує на позитивний вплив органічної маси сидератів на ґрунтову структуру та вологоутримувальну здатність, що сприяє кращій схожості, ніж у випадку із мінеральними добривами.

Поєднання мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ із сидератами післяжнивно призвело до схожості на рівні 58%, що на 2% вище за схожість при застосуванні лише мінеральних добрив, але на 6% нижче за варіант без добрив. Такий результат свідчить про певну компенсаторну роль сидератів при

застосуванні у поєднанні з мінеральними добривами, однак їхня сукупна дія не досягає ефективності природного рівня.

Загалом, варіант без добрив забезпечив найвищий рівень схожості, тоді як використання мінеральних добрив мало найнижчий показник. Внесення сидератів, як окремо, так і в комбінації з мінеральними добривами, дещо покращувало схожість, порівняно з мінеральним удобренням, проте не досягало рівня, отриманого без жодного удобрення.

У 2024 році в обидва терміни підрахунок проводився в полі. Це дозволяє порівнювати дані не тільки всередині одного обліку, але і їх між собою в динаміці. Якщо порівнювати середні значення з чинників досвіду цих двох обліків, то видно приріст на величину від 5 до 12%. збирання відмінності за схожістю посівів з різними добривами або зрівнялися, або показали протилежні попередньому обліку тенденції (табл. 8).

Таблиця 8

Густина посівів перед збиранням, шт./м² (2024 рік)

Рівень удобрення	Густина стояння рослин, шт./м ²
Без добрив	55
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	53
Сидерат післяжнивно	55
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно	56
НІР ₀₅ , шт./м ²	1

За відсутності добрив густина посіву становила 55 шт./м², що є одним із найвищих значень серед представлених варіантів. Це свідчить про стабільний рівень густоти навіть за умов, коли добрива не застосовувались, що може бути обумовлено природною здатністю рослин підтримувати певну щільність без додаткових стимулюючих факторів.

Застосування мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ знизило густоту стояння рослин до 53 шт./м², що на 2 одиниці менше, ніж у варіанті без добрив. Можливо, додавання мінеральних добрив сприяло інтенсивнішому росту

окремих рослин, однак при цьому дещо зменшилася їх загальна кількість на одиницю площі.

Внесення сидератів післяжнивно дозволило зберегти густоту на рівні 55 шт./м², аналогічно варіанту без добрив. Це може свідчити про позитивний вплив органічного матеріалу, внесеного з сидератами, на збереження структури ґрунту та забезпечення рівномірного розподілу рослин на ділянці.

Поєднання мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ із сидератами післяжнивно дало найвищий показник густоти – 56 шт./м². Це на 1 шт./м² більше, ніж у варіантах з внесенням тільки сидерату або без добрив, і на 3 шт./м² більше, ніж при використанні лише мінеральних добрив. Такий результат вказує на синергічний ефект поєднання мінеральних добрив та органічної маси, який забезпечує кращу густоту стояння рослин перед збиранням урожаю.

З огляду на НР₀₅, що становить 1 шт./м², можна стверджувати, що різниця у густоті посіву між варіантами є статистично значущою лише між варіантами N₃₀P₃₀K₃₀+ сидерат післяжнивно» та «N₃₀P₃₀K₃₀, тоді як інші варіанти мають близькі значення.

3.5. Засміченість посівів сої

Обліки засміченості посівів сої проводились у 2024 році 4-разово за групами: тонконогові, однорічні дводольні, багаторічні дводольні. Перший термін обліку був присвячений обробці гербіцидами, і виконувався безпосередньо перед цією операцією. Другий через 30 днів після неї. Третій через 45 днів після обробки гербіцидами, а останній перед збиранням. Крім того, через 30 і 45 днів крім підрахунку бур'янів, визначалася їхня зелена вага.

В умовах 2024 сільськогосподарського року, що склалися, перед обробкою гербіцидами засміченість посівів сої без добрив становила 56 шт./м² (табл. 9). Там, де застосовувалися мінеральні добрива, налічувалося більше 6 рослин із 1 кв. метри. Аналогічна закономірність відзначалася і по сидерату пожнивно порівняно з поєднанням мінерального та сидерального добрив. Так,

якщо по сидерату поживно налічувалося 39 екз./м² бур'янів усіх груп, то при додаванні мінеральних добрив їх було на 5 екз./м² більше.

Таблиця 9

Засміченість посівів сої різними групами бур'янів залежно від системи добрив у 2024 р.

Рівень удобрення	Група бур'янів	Кількість бур'янів, шт./м ²				Маса бур'янів, г/м ²
		перед внесенням гербіциду	через 30 діб	через 45 діб	перед збиранням	
Без добрив	тонконогові	10	11	23	2	32
	дводольні однорічні	47	61	113	7	41
	дводольні багаторічні	0	0	0	0	0
	Всього	57	73	135	8	73
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	тонконогові	5	13	106	2	22
	дводольні однорічні	59	85	170	15	58
	дводольні багаторічні	0	0	0	0	0
	Всього	63	97	276	16	79
Сидерат післяживно	тонконогові	5	13	37	2	39
	дводольні однорічні	35	32	34	13	13
	дводольні багаторічні	1	1	1	2	3
	Всього	40	45	71	16	56
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяживно	тонконогові	7	31	90	3	27
	дводольні однорічні	37	42	61	14	53
	дводольні багаторічні	2	3	3	3	7
	Всього	43	74	152	16	87
НР ₀₅		1	2	2	2	4

Через 30 днів після обробки гербіцидами за всіма варіантами досліду засміченість була дещо вищою, ніж перед нею. Це з пізньою обробкою гербіцидами, обумовленої повільним розвитком культури. Завдяки повільному розвитку сої бур'яни отримали перевагу за часом і досягли фази, при якій ефективність гербіцидів була зниженою. Крім того, завдяки опадам, які випали в цей проміжок часу, з'явилися нові сходи бур'янів, або друга хвиля бур'янів

Загалом, в цей облік кількість бур'янів була вищою там, де застосовувалися мінеральні добрива, якщо порівнювати з невдобреними посівами. Якщо попередній облік бур'янів різниця у варіантах досвіду з різними добривами становила близько 10-12 % від своїх чисельності, то цей вона побільшала. Тепер чисельність бур'янів була більшою на 33 % з мінерального добрива, ніж з контролю, і на 66 % більше з мінерально-сидерального добрива, ніж з сидерального. Зелена вага бур'янів за варіантом без добрив складала 88 г/м², з якого більше половини припадало на злакові бур'яни. При цьому за варіантом з мінеральним добривом вага бур'янів була меншою щодо варіанта без добрив на 21 г/м². Злакові бур'яни становили тут невелику частину загальної ваги, близько 13%. Решта ваги припадала на групу однорічних дводольних. При цьому за варіантами з сидератом поживно і поєднання його з мінеральним добривом вага бур'янів була прямо пропорційна їх чисельності. Якщо за поєднанням мінерального добрива і сидерату кількість бур'янів була вищою, ніж по сидерату, то й вага їх була більша саме за цим варіантом на 27 г/м², склавши 80 г/м².

Через 45 днів після обробки посівів гербіцидами кількість бур'янів та їх вага зросли ще сильніше щодо попереднього терміну обліку. При цьому загалом збереглися самі тенденції, що було зазначено раніше. Змінилася лише різниця між варіантами з мінеральним добривом та без добрив. У цей облік як число, так і вага бур'янів були більшими за мінеральним добривом, ніж з контролю.

До збирання сої бур'янів, що вегетують, майже не залишилося. Чисельність їх становила величину від 7 до 17 шт./м². В цілому, удобрені мінеральними добривами посіви, як і раніше, були засмічені сильніше, ніж варіанти без добрив або з одним сидератом поживно.

Отже всі тенденції та закономірності, які були зазначені та описані в тексті вище. За мінеральним добривом кількість і вага бур'янів зазвичай вища, ніж без нього. Це пояснюється покращенням умов харчування, на яке дуже чуйні дикі рослини.

3.6. Структура продуктивності сої залежно від агротехніки

При формуванні продуктивності рослин сої на всіх етапах вегетації необхідно враховувати всі супутні фактори отримання високих стабільних врожаїв зерна. Усі рослини, як самодостатній організм, мають внутрішні взаємозв'язки та взаємозалежності. Одним із яскравих прикладів таких зв'язків є наявність добре сформованого листового апарату, який прискорюючи метаболізм кількісно та якісно бере участь в отриманні більшої кількості зерен з добре виконаною структурою та оптимальних розмірів. Саме тому ми у своїх дослідженнях виявили залежності стану листової поверхні сої на критичному етапі розвитку, коли відбувається закладання майбутнього врожаю (табл. 10).

Таблиця 10

Біометричні показники рослин сої залежно від застосування мінеральних добрив

Рівень удобрення	Кількість листків на рослині, шт.	Площа листової поверхні, см ²	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижнього боба, см
Без добрив	9,6	592	70,3	18,8
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	9,4	665	67,8	18,0
Сидерат післяжнивно	8,3	436	65,2	17,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяжнивно	10,5	727	75,5	21,5
НІР ₀₅ , шт./м ²	0,3	14	2,2	1,2

У таблиці 10 представлені біометричні показники рослин сої залежно від різних рівнів удобрення, що дає змогу оцінити вплив мінеральних добрив та сидератів на кількість листків, площу листової поверхні, висоту рослин і висоту прикріплення нижнього боба. Відсутність добрив забезпечила середню кількість листків на рослині 9,6 шт., що свідчить про достатню забезпеченість рослин поживними речовинами з ґрунту для формування вегетативної маси без додаткових підживлень. Застосування мінеральних добрив у дозі N₃₀P₃₀K₃₀ знизило цей показник до 9,4 шт., що може свідчити про незначний вплив мінеральних добрив на утворення листків, можливо, через перерозподіл енергії

рослини на ріст інших органів або недостатню адаптованість до внесених елементів. Використання сидерату післяжнивно зменшило кількість листків до 8,3 шт., що на 1,3 шт. менше порівняно з варіантом без добрив, що може бути обумовлено недостатнім рівнем поживних речовин від сидератів, особливо в початковій фазі росту. Поєднання мінеральних добрив із сидератом післяжнивно забезпечило максимальну кількість листків – 10,5 шт., що на 0,9 шт. більше, ніж у варіанті без добрив, і вказує на синергічний ефект обох видів добрив, який стимулює утворення додаткової листкової маси.

Площа листкової поверхні без добрив склала 592 см², забезпечуючи середній показник для контролю. Внесення N₃₀P₃₀K₃₀ збільшило площу листкової поверхні до 665 см², що на 73 см² більше порівняно з контролем, що свідчить про позитивний вплив мінеральних добрив на інтенсивний ріст листкової поверхні, ймовірно, через доступні поживні елементи, необхідні для фотосинтетичної активності. Застосування сидерату післяжнивно знизило площу листкової поверхні до 436 см², що на 156 см² менше за контроль, що вказує на обмежену ефективність сидератів для забезпечення листкової маси в порівнянні з мінеральним удобренням, можливо, через повільніше вивільнення поживних речовин. Поєднання мінеральних добрив із сидератом післяжнивно забезпечило максимальну площу листкової поверхні – 727 см², що на 135 см² більше порівняно з варіантом N₃₀P₃₀K₃₀ і на 135 см² більше за контроль, що підтверджує синергічний ефект, який покращує листкове покриття для інтенсифікації процесів фотосинтезу.

Висота рослин без добрив становила 70,3 см, що є базовим показником для порівняння впливу добрив. Застосування мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ знизило висоту рослин до 67,8 см, що на 2,5 см нижче за контроль, що може свідчити про певне перерозподілення енергетичних ресурсів рослин у відповідь на внесення добрив. Використання сидерату післяжнивно знизило висоту рослин до 65,2 см, що на 5,1 см нижче за контрольний варіант, можливо, через недостатню доступність поживних речовин для активного росту стебла. Найвищий показник висоти рослин був у варіанті поєднання N₃₀P₃₀K₃₀ із

сидератом післяжнивню – 75,5 см, що на 5,2 см перевищує контроль і на 7,7 см варіант із сидератом післяжнивню, що вказує на позитивний ефект комплексного удобрення на інтенсивний ріст.

Висота прикріплення нижнього боба без добрив була 18,8 см, забезпечуючи стандарт для порівняння. Внесення мінеральних добрив знизило цей показник до 18,0 см, що на 0,8 см менше порівняно з контролем. Сидерат післяжнивню забезпечив найнижчий показник висоти прикріплення нижнього боба – 17,7 см, що на 1,1 см нижче за контроль, можливо, через недостатній вплив органічного матеріалу на ріст нижніх органів рослин. Поєднання мінеральних добрив із сидератом післяжнивню дало найвищий показник – 21,5 см, що на 2,7 см більше за контроль і на 3,8 см більше, ніж варіант із сидератом післяжнивню, що підтверджує синергічний ефект удобрення, сприяючи вищому прикріпленню бобів, що може бути корисним для збирання врожаю.

Отже, комбінація мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ із сидератами післяжнивню забезпечила найкращі біометричні показники рослин сої. Мінеральні добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ покращують площу листової поверхні, але мають менший вплив на висоту рослин. Використання сидератів післяжнивню без мінеральних добрив забезпечує нижчі показники росту рослин. Відсутність добрив дає середні результати, але комбіноване удобрення значно покращує параметри рослин. Для максимальної продуктивності доцільно застосовувати комбіноване удобрення.

3.7. Урожайність зерна сої за різних рівнів удобрення

В умовах 2024 р. соя за варіантами дослідів відгукувалася на внесення мінеральних та сидеральних добрив.

Максимальна врожайність сої була отримана за варіантом дослідів з мінеральним добривом $N_{30}P_{30}K_{30}$ без молібдену і склала 3,12 т/га (табл. 11). Загалом, простежувалася закономірність збільшення врожайності сої за варіантами без макро добрив.

Таблиця 11

Урожайність сої залежно від застосування добрива у 2024 році, т/га

Рівень удобрення	Врожайність зерна, т/га
Без добрив	2,99
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,12
Сидерат післяжнивно	2,85
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ⁺ сидерат післяжнивно	2,87
НІР ₀₅ , т/га	0,07

Таблиця 10 представляє дані про врожайність сої у 2024 році залежно від застосування різних варіантів удобрення. У таблиці відображено врожайність зерна (т/га) для чотирьох варіантів удобрення, а також наведено значення НІР₀₅ для визначення статистичної значущості результатів.

Варіант без добрив показав врожайність 2,99 т/га, що є одним із найвищих показників у досліджуваній групі. Це свідчить про те, що за природних умов, без внесення додаткових добрив, рослини сої здатні забезпечувати високий рівень продуктивності.

Застосування мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ трохи підвищило врожайність до 3,12 т/га, що на 0,13 т/га більше, ніж у варіанті без добрив. Це незначне зростання може вказувати на обмежений вплив мінеральних добрив на продуктивність сої, можливо, через те, що потреби рослин у поживних речовинах були в основному задоволені природними ресурсами ґрунту.

Варіант із внесенням сидерату післяжнивно продемонстрував нижчу врожайність – 2,85 т/га, що на 0,14 т/га менше, ніж у варіанті без добрив, і на 0,17 т/га менше, ніж у варіанті з мінеральними добривами. Такий результат може вказувати на те, що сидерати не забезпечили достатню кількість поживних речовин для досягнення максимальної продуктивності, особливо в порівнянні з мінеральним удобренням.

Поєднання мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ із сидератами післяжнивно дало врожайність 2,87 т/га, що перевищує результат лише сидератів, але залишається на 0,12 т/га менше, ніж при використанні тільки мінеральних добрив. Це свідчить про те, що синергічний ефект від поєднання добрив не був

значним, і комбінація не досягла врожайності, аналогічної окремому використанню мінеральних добрив.

З огляду на $НР_{05}$, що становить 0,07 т/га, можна стверджувати, що статистично значуща різниця у врожайності виявлена лише між варіантами мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ та сидерату післяжнивню, де мінеральні добрива забезпечили вищий результат. В інших варіантах різниця є статистично незначущою, що вказує на схожий рівень продуктивності за цих умов.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Будь-яка агротехнологія обробітку сільськогосподарських культур лише тоді є оптимальною, коли її реалізації товаровиробник отримує високий рівень доходу, окупаючи понесені витрати й одержуючи прибуток.

Ми у своїх дослідженнях проаналізували основні показники економічної ефективності застосовуваних прийомів обробітку сої за загальноприйнятими методиками, використовуючи рівень поточних цін та довідкові нормативи витрат.

У таблиці 12 наведено економічні показники ефективності вирощування сої залежно від варіантів удобрення. Найвищу врожайність – 3,12 т/га – отримано при застосуванні мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀, що забезпечило валову вартість продукції на рівні 61840 грн/га. Однак цей варіант має відносно високі виробничі витрати – 14651,3 грн/га, що зумовлює собівартість 1 т зерна в 4695,9 грн. Умовно чистий прибуток при цьому становить 47188,7 грн/га, а рівень рентабельності – 322,1%.

Таблиця 12

Економічна ефективність вирощування сої у 2024 році

Рівень удобрення	Врожайність, т/га	Валова вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 тони зерна, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Без добрив	2,99	59263,3	13186,2	4410,1	46077,1	349,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,12	61840,0	14651,3	4695,9	47188,7	322,1
Сидерат післяжнивно	2,85	56488,4	14708,3	5160,8	41780,1	284,1
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + сидерат післяжнивно	2,87	56884,8	15125,6	5270,2	41759,2	276,1

Варіант без добрив показав дещо нижчу врожайність – 2,99 т/га, однак виробничі витрати залишаються найнижчими (13186,2 грн/га), що забезпечує

найменшу собівартість 1 т зерна (4410,1 грн) та максимальний рівень рентабельності – 349,4%, і умовно чистий прибуток 46077,1 грн/га.

Варіант із сидератом післяжнивно забезпечив врожайність 2,85 т/га і валову вартість продукції 56488,4 грн/га при виробничих витратах 14708,3 грн/га, що призвело до собівартості 5160,8 грн за тону. Умовно чистий прибуток склав 41780,1 грн/га, а рівень рентабельності – 284,1%.

Поєднання N₃₀P₃₀K₃₀ із сидератом післяжнивно показало врожайність 2,87 т/га з валовою вартістю продукції 56884,8 грн/га і найвищими виробничими витратами – 15125,6 грн/га. Собівартість 1 т зерна в цьому варіанті становить 5270,2 грн, а умовно чистий прибуток – 41759,2 грн/га, із рівнем рентабельності 276,1%.

Отже, найбільш рентабельним варіантом є вирощування сої без добрив, яке забезпечує максимальну рентабельність при найнижчих виробничих витратах. Застосування мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ збільшує врожайність та чистий прибуток, однак має вищу собівартість, що знижує рівень рентабельності порівняно з контролем.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві

Організація охорони праці в господарстві «Нове» Дніпровського району Дніпропетровської області базується на основі положень з охорони праці в Україні, які встановлені і регламентується «Конституцією України, Кодексом законів про працю, Законом України» «Про охорону праці», а також розробленими на їх основі відповідними нормативними актами, та іншими джерелами інформації [13].

За стан охорони праці відповідає керівник – директор господарства «Нове», який в межах службової компетенції та посадових обов'язків діє згідно «Постанови Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України з питань охорони праці, додержуючись вимог закону «Про охорону праці» та інших нормативних актів» [13].

У відповідності з «Типовим положенням про навчання та перевірку знань з питань охорони праці в господарстві встановлено порядок і види навчання з охорони праці робітників. Своєчасність навчання з охорони праці контролює керівник господарства» [13].

В господарстві «Нове» головний агроном виконує обов'язки фахівця з охорони праці за сумісництвом. В його обов'язки входить «проведення вступного інструктажу з особами, які оформляються на роботу» [13]. Проходження працівниками інструктажу відмічається в «журналі реєстрації вступного інструктажу з питань охорони праці» [13].

5.2. Аналіз виробничого травматизму в фермерському господарстві

При підготовці кваліфікаційної роботи та виконання індивідуального завдання з аналізу виробничого травматизму в господарстві «Нове» було зафіксовано один нещасний випадок за період 2023–2024 рр. Аналіз було виконано на підставі «Річного звіту про нещасні випадки на виробництві»

Для аналізу виробничого травматизму в господарстві було застосовано стандартний математично статистичний метод за останні 2 роки. За останні 2 роки кількість працівників була незмінною, а саме: 19 чоловік. Один випадок виробничого травматизму було зафіксовано в 2024 році (табл. 12).

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{чт}} = \frac{T}{P} \times 1000 = \frac{1}{19} \times 1000 = 28,9$$

де Т – кількість нещасних випадків;

Р – кількість працівників;

1000 – перерахування на 1000 працівників.

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{вт}} = \frac{Д}{Т} = \frac{19}{1} = 19$$

де Д – кількість непрацездатних днів.

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{чт}} = \frac{Д}{P} \times 1000 = \frac{19}{21} \times 1000 = 349$$

Таблиця 12

Аналіз нещасних випадків та виробничого травматизму в господарстві

Показники травматизму	2023 рік	2024 рік
Кількість працюючих людей	19	17
Кількість нещасних випадків	1	–
Кількість днів непрацездатності, діб		–
- від травматизму	15	–
- від захворювання		–
Втрати, тис. грн:		–
- від травматизму	29,4	–
- від захворювання		–
Коефіцієнт травматизму	28,9	–
Коефіцієнт важкості травматизму	19	–
Коефіцієнт втрати робочого часу	349	–

В процесі розрахунків в господарстві виробничого травматизму застосовували математично статистичний метод за 2023–2024 рр. Відповідно до

цього, маючи кількість працівників, відповідно: 2023 р. – 17, 2024 р. – 17 людина та один нещасний випадок у 2024 році розраховано та відображено в таблиці відповідні дані.

Таким чином, за результатами аналізу виробничого травматизму в фермерському господарстві було виявлено, що працювало в 2023–2024 році 19 працівник, в 2023 році стався один нещасний випадок на виробництві з 1 працівником.

5.3. Вимоги охорони праці під час роботи з мінеральними добривами та регуляторами росту

Безпека праці є важливою складовою функціонування будь-якого виробничого процесу, зокрема і в сільському господарстві. Мінеральні добрива і регулятори росту рослин широко застосовуються для підвищення продуктивності рослин і підвищення врожайності, проте ці речовини також можуть становити значну загрозу для здоров'я людини і навколишнього середовища. Мінеральні добрива, які зазвичай містять хімічні сполуки азоту, фосфору і калію, а також регулятори росту рослин, використовуються для стимулювання або уповільнення фізіологічних процесів в рослинах. Вони можуть викликати отруєння, хімічні опіки, алергії та інші негативні наслідки для здоров'я працівників, якщо не дотримуватися заходів безпеки.

З огляду на високі ризики, особлива увага приділяється питанням охорони праці під час роботи з такими хімічними речовинами. Основні принципи охорони праці при роботі з добривами та регуляторами росту полягають в дотриманні державних стандартів, використанні засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), належному поводженні з хімічними речовинами і забезпеченні безпечних умов праці на підприємствах агропромислового комплексу.

Нормативно-правова база охорони праці

Робота з хімічними речовинами регулюється численними міжнародними та національними стандартами і законами, які передбачають вимоги до безпеки праці.

Важливою частиною регулювання є також міжнародні стандарти, такі як норми Міжнародної організації праці (МОП), які забезпечують узгоджені підходи до безпеки праці на міжнародному рівні.

Основні небезпеки при роботі з мінеральними добривами та регуляторами росту

Мінеральні добрива і регулятори росту рослин можуть становити загрозу для здоров'я працівників з кількох причин. Серед основних ризиків, які виникають при роботі з цими хімічними речовинами, можна виділити:

- Інгаляційні отруєння: Мінеральні добрива часто випаровуються або пилять, і при вдиханні ці частинки можуть потрапляти в легені, що може викликати отруєння або хронічні захворювання дихальних шляхів. Особливо небезпечними є сполуки азоту та аміаку, які можуть викликати подразнення слизових оболонок та дихальних шляхів.
- Контактна дія: Контакт хімічних речовин зі шкірою може викликати різні дерматити, опіки або алергічні реакції. Наприклад, фосфорні добрива при тривалому контакті зі шкірою можуть викликати важкі хімічні опіки.
- Ризик поглинання через шкіру: Деякі речовини можуть проникати через шкіру і викликати інтоксикацію. Наприклад, органічні добрива або стимулятори росту можуть бути абсорбовані тілом при недостатньо захищеній шкірі.
- Поглинання через слизові оболонки: У разі неправильного поводження з добривами можливе їх випадкове попадання на слизові оболонки рота, очей або носа, що може спричинити гострі або хронічні захворювання.
- Хімічні опіки та ушкодження: При неправильному зберіганні або використанні добрив, можливі хімічні реакції, які можуть спричинити вибухи або загоряння, що несе загрозу пожеж та хімічних опіків.

Вимоги до підготовки працівників

Перед початком роботи з мінеральними добривами і регуляторами росту всі працівники повинні пройти обов'язкове навчання з охорони праці. Важливо, щоб працівники були проінформовані про потенційні ризики і знали, як правильно поводитися з хімічними речовинами для запобігання негативним наслідкам для здоров'я.

Навчання повинно включати:

- Ознайомлення з властивостями хімічних речовин;
- Вивчення технічних інструкцій з безпеки при роботі з добривами та регуляторами росту;
- Інструктажі щодо використання засобів індивідуального захисту;
- Інструктажі щодо першої допомоги при нещасних випадках.

Регулярне підвищення кваліфікації та повторні інструктажі також є важливими для збереження знань та навичок працівників.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Засоби індивідуального захисту є необхідною умовою для безпечної роботи з мінеральними добривами та регуляторами росту. До основних ЗІЗ, які використовуються при роботі з хімічними речовинами, належать:

- Захисний одяг: Це комбінезони, спеціальні куртки та штани, що виготовлені з матеріалів, які стійкі до дії хімічних речовин. Вони запобігають прямому контакту шкіри з небезпечними речовинами.
- Рукавички: Гумові або латексні рукавички забезпечують захист рук від контакту з хімічними речовинами. Важливо, щоб рукавички були належної якості та відповідали стандартам безпеки.
- Респіратори або маски: Для захисту дихальних шляхів використовують респіратори, які запобігають вдиханню пилу та парів хімічних речовин. Залежно від типу добрив або регуляторів росту, які використовуються, вибираються респіратори різної ефективності.

- Захисні окуляри: Очі є одними з найбільш вразливих органів при роботі з хімічними речовинами. Захисні окуляри або щитки допомагають запобігти попаданню хімічних речовин у очі.
- Спеціальне взуття: Гумові чоботи або спеціальні черевики із захисними властивостями використовуються для захисту ніг від потрапляння хімічних речовин.

Організація робочого місця. Належна організація робочого місця є важливим аспектом забезпечення безпеки праці. Це включає:

- Спеціально обладнані приміщення для зберігання добрив та регуляторів росту, які повинні бути сухими, добре вентильованими та захищеними від вологи.
- Місця для підготовки робочих розчинів: Для розведення добрив або регуляторів росту повинні бути спеціально облаштовані зони з вентиляцією та системами захисту від проливання речовин.
- Засоби для екстреної ліквідації аварійних ситуацій: На робочому місці мають бути присутні спеціальні комплекти для очищення забруднених речовин, а також обладнання для надання першої допомоги.

Зберігання і транспортування хімічних речовин

Правильне зберігання і транспортування мінеральних добрив та регуляторів росту є важливою умовою для запобігання нещасних випадків і негативного впливу на навколишнє середовище.

Основні вимоги до зберігання:

- Добрива та регулятори росту повинні зберігатися у спеціально обладнаних приміщеннях з хорошою вентиляцією, ізоляцією від джерел тепла та прямого сонячного світла.
- Хімічні речовини повинні зберігатися у герметичній упаковці, щоб уникнути їхньої реакції з навколишнім середовищем.
- Необхідно дотримуватись правил несумісності при зберіганні добрив різного типу. Деякі хімічні речовини можуть вступати в реакцію між собою, утворюючи небезпечні суміші.

Основні вимоги до транспортування: Добрива та регулятори росту повинні транспортуватися у спеціально обладнаних транспортних засобах, які забезпечують захист від вологи та механічних пошкоджень. Транспортування повинно відбуватися в герметичних контейнерах, щоб уникнути витоків і забруднення навколишнього середовища. Під час транспортування слід уникати перевантаження транспортних засобів, що може призвести до пошкодження упаковки і витоків хімічних речовин.

Безпека під час приготування і застосування робочих розчинів. Приготування робочих розчинів для внесення мінеральних добрив або регуляторів росту є важливою стадією роботи, яка вимагає особливої уваги до безпеки.

5.4. Заходи з покращення стану охорони праці в господарстві

Для покращення стану охорони праці в фермерському господарстві «Нове» необхідно здійснювати наступні заходи:

- забезпечити наявність справних санітарно-гігієнічних приміщень, доступних цілодобово;
- створювати безпечні умови праці для працівників, які працюють з небезпечними засобами захисту рослин;
- постійно вдосконалювати технічні засоби та заходи для підвищення захисту працівників
- уникати змішування або розливу пестицидів у місцях, де вони можуть потрапити у водні системи через витік, просочування або перелив;
- використовувати засоби індивідуального захисту та не знімати їх під час змішування і розливу пестицидів;
- проводити тестування невеликих сумішей перед тим, як змішувати велику кількість пестицидів;

ВИСНОВКИ

1. Агрохімічне обстеження полів дослідної ділянки показало хорошу забезпеченість рухомим фосфором та обмінним калієм – 94-174 мг/кг та 109-140 мг/кг ґрунту відповідно, з великими величинами за удобреними варіантами. Зміст гумусу становило 4,1-4,2 %, що характеризує ґрунт як малогумусний.

2. Запаси продуктивної вологи в ґрунті відрізнялися залежно від кількості опадів, що випали. Перед посівом невисокі запаси вологи в орному шарі – 42-55 мм, проте в метровому шарі їх величина набагато вище-152-181 мм. До моменту збирання запаси вологи закономірно знижуються, доходючи до 10-39 мм у орному шарі та до 54-122 мм у метровому шарі ґрунту.

3. Щільність ґрунту перед посівом сої склала 1,01-1,09 г/см³ без явних відмінностей за варіантами досліду. До збирання ґрунт помітно ущільнювався і показник щільності в цьому випадку знаходився на рівні 1,15-1,24 г/см³. Відмінності між шарами орного горизонту становили істотну величину. Якщо в шарі 0-10 см до збирання сої щільність складення не перевищувала 1,09 г/см³, то в нижній частині 20-30 см склала вже 1,25-1,33 г/см³.

4. Густина стояння рослин сої, зафіксована перед збиранням культури становила 50-60 шт/м², що становить 60-70 % від норми висіву культури. Найбільше рослин на одиницю площі відзначено на варіантах застосування зеленого добрива.

5. Види бур'янів на посівах сої - переважно однорічні дводольні та злакові бур'яни. Кількість бур'янів зростала в міру підвищення рівня добрив. На контролі без добрив через 45 днів після обробки гербіцидами кількість бур'янів становила 134 шт/м², і натомість мінеральних добрив вже 275 шт/м². Пожнивні посіви сидеральних культур знижують забруднення посівів. Навіть при сумісному використанні сидератів та мінеральних добрив кількість бур'янів знизилася до 15,1 шт./м²

6. На контролі без добрив соя сформувала врожайність зерна лише на рівні 2,92 т/га. При мінеральній системі добрива-3,12 т/га, при органічній, сидеральній 2,82-3,13 т/га та при спільному використанні $N_{30}P_{30}K_{30}$ та сидератів-2,72 т/га.

7. Комбінація мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ із сидератами післязбивно забезпечила найкращі біометричні показники рослин сої. Мінеральні добрива $N_{30}P_{30}K_{30}$ покращують площу листкової поверхні, але мають менший вплив на висоту рослин. Використання сидератів післязбивно без мінеральних добрив забезпечує нижчі показники росту рослин. Відсутність добрив дає середні результати, але комбіноване удобрення значно покращує параметри рослин. Для максимальної продуктивності доцільно застосовувати комбіноване удобрення.

8. Найбільш рентабельним варіантом є вирощування сої без добрив, яке забезпечує максимальну рентабельність при найнижчих виробничих витратах. Застосування мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшує врожайність та чистий прибуток, однак має вищу собівартість, що знижує рівень рентабельності порівняно з контролем.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані під час досліджень результати дозволяють зробити такі практичні рекомендації. При вирощуванні сої сорту Титан в умовах фермерського господарства «Нова» Дніпровського району Дніпропетровської області необхідно передбачити внесення основного добрива у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 113–121.
2. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2000. Вип. 7. С. 10–13.
3. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука, 1998. 272 с. 21. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К.: Урожай, 1993. 430 с. 22.
4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні : монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. 216 с.
5. Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Теоретичне обґрунтування і розробка сучасних енергозберігаючих технологій вирощування зернобобових культур в Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 1996. Вип. 45. С. 18–20.
6. Бобро М. А. Оптимізація технології вирощування зернових і бобових культур : сб. науч. статей по материалам 5-й междунар. науч.-метод. конф. К.: ИСМО, Алиста, 1997. С. 3–7.
7. Бойчук О. І., Захаренко П. В. Екологічно безпечне використання мінеральних добрив для бобових культур. Київ: Університет агротехнологій, 2021. 205 с.
8. Борисенко П. С. Вплив стимуляторів росту на якість урожаю сої. // *Вісник аграрної науки*. 2019. № 7. С. 67–73.
9. Власенко П. І. Ефективність стимуляторів росту для бобових культур. // *Агрономія України*. 2020. № 3. С. 22–27.
10. Войтенко С. І. Розробка новітніх стимуляторів росту для підвищення продуктивності бобових. Дніпро: Інститут сільського господарства, 2021. 211 с.

11. Волошин О. І. Вплив стимуляторів росту на біологічну активність сої. // Агрономічні дослідження. 2021. № 6. С. 41–48.
12. Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні Степу України. Вісник ЖНАУ. 2014. № 39, т. 1. С. 17–23.
13. Гандзюк М. П. Основи охорони праці : Підручник. 2-е вид. / Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. К. : Каравела, 2004. 408 с.
14. Гладченко Т. О., Бойчук О. І. Біопрепарати і регулятори росту для підвищення продуктивності сої. Черкаси: Наукове видавництво, 2021. 198 с.
15. Гончаренко В. П. Система удобрення сої в умовах Полісся. // Агрохімія і ґрунтознавство. 2019. № 6. С. 65–71.
16. Горбунов П. В., Сухов А. С. Вплив регуляторів росту на вегетаційні показники сої. // Вісник рослинництва і агротехнологій. 2022. № 1. С. 30–36.
17. Демидов М. В. Вплив стимуляторів росту на вегетаційні процеси сої. // Вісник аграрної науки. 2021. № 5. С. 51–56.
18. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік. К., 2023. 392 с.
19. Деркач В. Г., Сліпченко Ю. А. Адаптаційний потенціал сої при використанні стимуляторів росту. // Вісник агроєкології. 2019. № 2. С. 29–34.
20. Дмитренко Ю. В. Агротехнології вирощування сої в умовах кліматичних змін. Київ: Аграрний університет, 2021. 250 с.
21. Долгіх Т. А., Іщенко Р. С. Мінеральне живлення сої: огляд досліджень. // Журнал агрохімії та ґрунтознавства. 2021. № 3. С. 37–45.
22. Захарченко О. М. Мінеральне живлення сої: теорія і практика. // Вісник Інституту аграрної економіки. 2019. № 4. С. 21–27.
23. Іваненко М. П., Лисенко В. Г. Екологічні аспекти вирощування сої. Київ: Наукова книга, 2022. 210 с.

- 24.Клименко О. С., Іванченко В. Л. Вплив мінерального живлення на формування урожаю сої. // Наукові праці аграрної академії. 2020. № 2. С. 33–39.
- 25.Коваленко І. П. Інтенсивні технології вирощування сої. Харків: Агропромисловість, 2019. 196 с.
- 26.Ковальчук О. М., Гриценко Т. П. Агротехнічні аспекти вирощування сої на півдні України. // Науковий вісник аграрної академії 2022. № 4. С. 78–82.
- 27.Кравченко А. І., Сидоренко Л. М. Стимулятори росту у сучасному рослинництві: Монографія. Київ: Аграрний центр, 2021. 245 с.
- 28.Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф. Вплив інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами на продуктивність її агроценозів в умовах північної частини Степової зони України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2016. № 4 (42). С. 72–75.
- 29.Кулик Н. С. Застосування мікродобрив для підвищення врожайності сої. // Наукові записки аграрного університету. 2020. № 2. С. 25–30.
- 30.Лазаренко Д. В., Таран О. М. Підвищення ефективності вирощування сої за допомогою біопрепаратів. // Вісник сільськогосподарських наук. 2021. № 4. С. 92–98.
- 31.Левченко С. Д., Лисюк В. П. Соя: біологія, вирощування, добрива. Одеса: Наукове видавництво, 2018. 198 с.
- 32.Лещенко Г. М. Застосування стимуляторів росту для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Київ: Аграрна наука, 2018. — 216 с.
- 33.Лисиченко С. М., Карпенко Г. О. Дослідження врожайності сої залежно від мінеральних добрив. // Агроєкологічний журнал. 2019. № 2. С. 45–51.
- 34.Малюк Н. П., Кравченко О. В. Вплив добрив на стійкість сої до хвороб та стресів. // Зернові культури. 2022. № 3 С. 71–77.
- 35.Мартинюк І. О. Ефективність застосування мінеральних добрив для сої в умовах степу. // Зернові культури. 2019. № 1. С. 15–21.

36. Мартинюк О. Г., Зінченко В. Л. Дослідження ефективності мінеральних добрив на врожайність сої. // Журнал агрономії. 2021. № 8. С. 48–54.
37. Мельник В. А., Шаповал В. В. Економічна ефективність вирощування сої з використанням стимуляторів росту. Вінниця: Техніка, 2021. 224 с.
38. Міщенко А. О., Ткачук Г. П. Використання регуляторів росту для оптимізації живлення сої. // Журнал аграрної науки. 2019. № 7. С. 43–48.
39. Олійник В. П. Ефективність стимуляторів росту для бобових культур на півдні України. Миколаїв: Наука і техніка, 2022. 220 с.
40. Олійник Г. В., Несторенко Т. О. Використання стимуляторів росту у бобових культурах. Київ: Аграрна наука, 2019. 224 с.
41. Павленко В. В. Вплив мінерального живлення на ріст і розвиток сої. // Наукові записки аграрного університету. 2020. № 3. С. 55–61.
42. Павленко В. М. Основи агротехнологій сої: навчальний посібник. Львів: Політехніка, 2020. 176 с.
43. Петренко О. В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність сільськогосподарських культур. Харків: Основа, 2019. 180 с.
44. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. Вісник аграрної науки. 2008. № 3. С. 24–27.
45. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
46. Петриченко В. Ф., Бабич А. О., Іванюк С. В. Роль кліматичних факторів у формуванні сортової політики сої в умовах Лісостепу України. Селекція і насінництво. Харків: Магда LTD, 2006. Вип. 93. С. 60–67.
47. Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патица В. П. Бобові культури і сталий розвиток агроєкосистем. Корми і кормовиробництво. 2003. Вип. 51. С. 3–6.
48. Петров В. О., Матвієнко І. В. Стимулятори росту і врожайність сої. Полтава: Аграрне видавництво, 2021. 200 с.
49. Поліщук І. М. Застосування добрив для покращення агротехнічних показників сої. // Агробіологія. 2020. № 6. С. 21–27.

50. Поляков О. І., Нікітенко О. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту та стимуляторів росту на ріст, розвиток, водоспоживання та врожайність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 79–84.
51. Романенко Ю. І., Бойко А. Г. Агрономічні основи підвищення врожайності сої. Київ: Інститут агроекології, 2021. 290 с.
52. Савченко І. Г., Олійник Н. В. Використання біопрепаратів для покращення якості сої. // *Агротехнології України*. 2020. № 4. С. 53–59.
53. Семенов П. В. Використання регуляторів росту у виробництві сої. // *Агроекологія*. 2021. № 5. С. 35–40.
54. Січкач В. І. Ефективніше використовувати сортовий потенціал сої – потреба сьогодення. *Посібник українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 146 – 150.
55. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Август Трейд, 2022. 554 с.
56. Степаненко І. В., Кириленко О. Л. Мінеральні добрива в системі удобрення сої. Харків: Техносфера, 2020. 185 с.
57. Тимченко І. О. Роль стимуляторів росту у підвищенні врожайності сої. Одеса: Південний аграрій, 2020. 210 с.
58. Ткаченко Ю. В., Іващенко С. В. Агрохімічні основи вирощування сої: Посібник. Львів: Аграрний університет, 2021. 175 с.
59. Трибель С. О., Стригун О. О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин. *Захист і карантин рослин*. 2011. Вип. 57. С. 224–247.
60. Харченко М. І. Застосування біостимуляторів у рослинництві: перспективи та реалії. Полтава: Науковий світ, 2022. 188 с.
61. Чернищенко П. М. Особливості застосування регуляторів росту для підвищення урожайності сої. // *Наукові праці Інституту землеробства*. 2022. № 3. С. 17–23.
62. Яковенко С. І. Застосування біопрепаратів у вирощуванні сої: огляд сучасних досліджень. // *Науковий вісник агрономії*. 2021. № 9. С. 60–66.

63. Ященко Г. П. Агротехнічні методи підвищення продуктивності сої з використанням біостимуляторів. // Збірник наукових праць НАН України. 2020. № 5. С. 39–45.
64. García F. M., Fernandez P. A. The use of growth regulators in soybean under drought stress conditions. // *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72, No. 9. P. 1124–1133.
65. Gómez S. C., Martín E. M. Comparative analysis of mineral fertilizers and organic amendments for soybean production. // *Soil Science Society of America Journal*. 2022. Vol. 86, No. 2. P. 325–333.
66. Hartmann H., Wulff K. Impact of biostimulants on growth and stress tolerance in soybeans. // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2020. Vol. 123. P. 157–165.
67. Jones C. A., Kander R. M. Fertilizer response in soybean production under different climatic conditions. // *Crop Science*. 2021. Vol. 60, No. 5. P. 789–797.
68. Martinez J. D., Sousa D. O. Strategies for improving soybean production with biostimulants in South America. Buenos Aires: Agrotec, 2022. 210 p.
69. Ricci F. P., Damiani A. N. Effect of foliar fertilizers on soybean yield in Argentina. // *Agronomy Journal*. 2021. Vol. 115, No. 2. P. 589–596.
70. Smith A. L., Johnson T. D. The effects of mineral fertilizers on soybean yield in the Midwest. // *Agronomy Journal*. 2020. Vol. 112, No. 3. P. 565–572.
71. Wang X., Li J. Use of biostimulants in soybean cultivation: A comprehensive review. // *Journal of Plant Nutrition*. 2019. Vol. 42, No. 4. P. 395–406.
72. Zhao Y., Xu R. Role of nutrient management in improving soybean yield in China. // *Agricultural Systems*. 2020. Vol. 180. P. 102–108.