

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального
землеробства, к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__»_____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

Ефективність підживлення посівів та інокуляції сої в Степу України

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ-24-М-1
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Ілля Дриженко
«__»_____ 2025 р.

Керівник, доцент, к.с.-г.н.
_____ Тамара Шепілова
«__»_____ 2025 р.

Рецензент
_____ доцент, к.б.н. Ольга Медведєва
«__»_____ 2025 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Галузь знань: 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність: 201-Агрономія
Освітньо-професійна програма: Агрономія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загального
землеробства

“ _____ ” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Іллі Дриженку

1. Тема роботи Ефективність підживлення посівів та інокуляції сої в Степу України
2. Керівник роботи Шепілова Т.П., кандидат с.-г. наук, доцент затверджений наказом ЦНТУ «22» вересня 2025 року № 66-13
3. Строк подання роботи до захисту _____
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Встановити ефективність інокуляції та позакореневого підживлення посівів для сорту сої Феєрія.
Завдання:
 - вивчити вплив інокуляції та підживлення посівів на польову схожість насіння, густоту стояння та виживання рослин;
 - визначити масу рослин, площу листової поверхні та симбіотичну активність сої залежно від інокуляції та підживлення посівів добривами;
 - встановити вплив інокуляції та підживлення посівів на формування елементів структури врожаю;

– визначити урожайність та економічну ефективність вирощування сої залежно від інокуляції та підживлення посівів.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування результатів досліджень	Малаховська В.О., викладач		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1. Огляд літератури Розділ 2. Охорона праці та довкілля	14.10.2025 р.	
2.	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень	21.10.2025 р.	
3.	Розділ 3. Спеціальна частина	17.11.2025 р.	
4.	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень	24.11.2025 р.	
5.	Висновки, список літератури, вступ	27.11.2025 р.	

Дата видачі завдання

« ___ » _____ 2025 р.

Підпис керівника

_____ Тамара Шепілова

Завдання прийнято до виконання

« ___ » _____ 2025 р.

Підпис здобувача

_____ Ілля Дриженко

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ЗБАЛАНСОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	
1.1. Значення сої для аграрного сектору України та особливості виросування в зоні Степу.....	
1.2. Оптимізація живлення для підвищення продуктивності сої...	
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
2.1. Організаційно-економічні умови господарства.....	
2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови господарства.....	
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ СОЇ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН.....	
3.1. Методика досліджень.....	
3.2. Аналіз ефективності інокуляції та підживлення у формуванні продуктивності сої.....	
3.2.1. Вегетаційний період сої залежно від агротехнічних прийомів.....	
3.2.2. Схожість насіння та густина стояння сої залежно від добрив та інокуляції.....	
3.2.3. Залежність біометричних показників сої від добрив та інокуляції.....	
3.2.4. Вплив інокуляції та підживлення посівів на симбіотичну активність рослин сої.....	
3.2.5. Вплив інокуляції та підживлення посівів на показники структури врожаю сої.....	
3.2.6. Урожайність сої залежно від інокуляції та підживлення посівів.....	

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ СОЇ.....	
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ.....	
5.1. Структура та функціонування служби охорони праці у підприємствах агропромислового комплексу.....	
5.2. Техніка безпеки при підживленні посівів добривами.....	
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Актуальність теми. Соя зберігає свою стратегічну актуальність для світового та національного агросектору як основна білково-олійна культура, що є критично важливим джерелом харчового білка та сировини для олійної промисловості. Її здатність до біологічної фіксації азоту робить сою незамінним елементом у сучасних сівозмінах, сприяючи відновленню родючості ґрунтів та зменшуючи залежність господарств від добрив. Тому розширення посівних площ та підвищення продуктивності сої є не просто економічною метою, а ключовим фактором продовольчої стійкості та екологічного землеробства.

Актуальність досліджень, що вивчають спільний вплив інокуляції та підживлення посівів сої добривами, зумовлена необхідністю оптимізації живлення культури на тлі нестабільної ефективності біологічної азотфіксації. Хоча інокуляція є найбільш економічним способом забезпечення сої азотом, її успішність часто знижується через ґрунтові та кліматичні стреси, що створює ризик азотного голодування у критичні фази розвитку. Саме тому необхідно науково обґрунтувати доцільність та ефективні дози коригуючого позакореневого підживлення добривами для посилення фотосинтезу та компенсації дефіциту. Комплексне вивчення цих агрозаходів дозволить розробити адаптовані та високорентабельні технології вирощування, які гарантують максимальне розкриття генетичного потенціалу сучасних сортів сої. Тому, вивчення впливу інокуляції та підживлення посівів на розвиток рослин сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах є актуальним і важливим питанням.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Напрямок наукових досліджень є складовою частиною теми наукової роботи керівника кваліфікаційної роботи: «Вплив агротехнічних прийомів вирощування на продуктивність сої в умовах північного Степу України».

Мета та завдання досліджень. Мета досліджень – встановити ефективність інокуляції та позакореневого підживлення посівів для сорту сої Феєрія.

Для реалізації цієї мети необхідно було вирішити такі завдання:

- вивчити вплив інокуляції та підживлення посівів на польову схожість насіння, густоту стояння та виживання рослин;
- визначити масу рослин, площу листової поверхні та симбіотичну активність сої залежно від інокуляції та підживлення посівів добривами;
- встановити вплив інокуляції та підживлення посівів на формування елементів структури врожаю;
- визначити урожайність та економічну ефективність вирощування сої залежно від інокуляції та підживлення посівів.

Об'єкт досліджень – особливості росту і розвитку, формування продуктивності сої залежно від інокуляції та підживлення посівів.

Предмет досліджень – сорт сої Феєрія.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше в умовах Степу України для сорту сої Феєрія визначено ефективність інокуляції та позакореневого підживлення посівів. Досліджено схожість насіння, виживання рослин, особливості росту і розвитку рослин, біометричні показники, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю. Обґрунтована економічна доцільність рекомендованих прийомів.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень мають практичне значення для господарств, що займаються вирощуванням сої на товарні та насіннєві цілі.

Отримані результати досліджень дозволили автору роботи рекомендувати для умов Степу України проводити інокуляцію насіння сої сорту Феєрія Нітрогеном та підживлення посівів карбамідом і Авангард Фосфіт К. Прибавка врожаю при цьому становила 3,3 ц/га, або 22,4 %.

Особистий внесок здобувача в наукові дослідження. Автор кваліфікаційної роботи приймав безпосередню участь у плануванні

досліджень, розробці схеми польових дослідів, складанні програми досліджень, проведенні обліків та спостережень, аналізі отриманих результатів та написанні роботи.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень оприлюднювалися на VI Міжнародній конференції «Інновації: теорія і практика» Академії прикладних наук, м. Кропивницький, 17 листопада 2025 року.

Публікації. Результати досліджень опубліковані у матеріалах VI Міжнародної конференції «Інновації: теорія і практика» Академії прикладних наук, на тему: «Ефективність підживлення посівів та інокуляції сої в Степу України» (м. Кропивницький: АПН, 2025 р.).

РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ЗБАЛАНСОВАНОГО ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ В УМОВАХ СУЧАСНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА (Огляд літератури)

1.1. Значення сої для аграрного сектору України та особливості вирощування в зоні Степу

Основу ресурсів рослинного білка складає культура соя. Вона важлива для вирішення продовольчої проблеми у світі. Широке поширення її у багатьох країнах обумовлено якісним хімічним складом та різними сферами застосування. Соя містить білок, жир, вітаміни, ферменти та зольні елементи.

Соя, як одна з найважливіших сільськогосподарських культур у світі, відіграє багатогранну роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічному розвитку багатьох країн, включаючи Україну. Її унікальний хімічний склад, багатий на високоякісний білок та олію, робить її незамінною сировиною для харчової промисловості, де вона використовується у виробництві широкого спектру продуктів, від соєвого молока та тофу до рослинних замінників м'яса та різноманітних харчових добавок. Крім того, соєва олія є цінним харчовим продуктом та важливим компонентом у виробництві біодизеля та інших промислових матеріалів [1-3].

У тваринництві соєвий шрот є одним з найпоширеніших та найефективніших джерел білка для кормів, що забезпечує ріст та продуктивність худоби та птиці. На глобальному рівні зростаючий попит на рослинні білки та сталє виробництво сприяє подальшому розширенню посівних площ сої та розвитку нових напрямків її використання [2, 4].

Для України соя має особливе стратегічне значення. Завдяки сприятливим кліматичним умовам та родючим ґрунтам, країна має значний потенціал для вирощування цієї культури. Соя стала важливою експортною складовою аграрного сектору, приносячи валютні надходження та зміцнюючи позиції України на світовому ринку сільськогосподарської

продукції. Внутрішньо соя забезпечує сировиною вітчизняні підприємства харчової та комбікормової промисловості, сприяючи створенню доданої вартості та нових робочих місць. Окрім економічних переваг, вирощування сої позитивно впливає на стан ґрунтів, оскільки вона є азотфіксуючою культурою, що зменшує потребу у внесенні мінеральних азотних добрив та сприяє сталому землеробству. Таким чином, соя є не лише цінним економічним ресурсом, але й важливим елементом екологічно відповідального сільського господарства в Україні [5, 6].

Соя впливає на прибутковість виробництва наступних культур в сівозміні, через покращення родючості ґрунтів та наявності біологічного азоту.

Станом на 2024 рік, соя займає значні площі в Україні, демонструючи тенденцію до зростання. За різними оцінками, посівні площі під соєю у 2024 році коливалися в межах 2,1-2,4 млн гектарів. Це є одним з найвищих показників за всю історію незалежної України, що свідчить про зростаючий інтерес аграріїв до цієї культури [7].

Основні регіони поширення сої в Україні традиційно зосереджені у так званому "соєвому поясі", який охоплює зону Лісостепу. За останніми даними, саме в цій зоні зосереджено близько 64-65% усіх посівів сої в країні. Значні площі також вирощуються в зоні Степу (близько 25%), а менша частка припадає на Полісся (близько 10%).

Протягом останніх десятиліть спостерігається значне збільшення площ під соєю в Україні. Це зростання зумовлено кількома факторами, включаючи економічну привабливість культури. Стабільний попит на сою на внутрішньому та світовому ринках робить її вигідною для вирощування. Розвиток переробної промисловості, адже зростає потреба у сої як сировині для виробництва харчових продуктів та кормів. Україна є важливим експортером сої на світовий ринок [2, 5, 8].

Вирощування сої в степовій зоні України має свої особливості, зумовлені кліматичними умовами, зокрема недостатнім та нестабільним

зволоженням, високими температурами влітку та специфікою ґрунтів. Для отримання стабільних та високих врожаїв необхідно враховувати ці фактори та застосовувати адаптовані агротехнічні заходи.

Степова зона характеризується недостатньою кількістю опадів, особливо в критичні фази розвитку сої – цвітіння та наливу бобів. Тому важливим є застосування вологозберігаючих технологій обробітку ґрунту (мінімальний та нульовий обробіток), мульчування, а за можливості – зрошення [6, 9].

Високі літні температури можуть призводити до стресу рослин, осипання квіток та бобів. Важливим є вибір сортів з високою стійкістю до спеки та оптимальними строками сівби, що дозволяють уникнути пікових температур у фази цвітіння та формування врожаю [2, 6, 10].

У степовій зоні переважають чорноземи, які є родючими, але в умовах недостатнього зволоження можуть ущільнюватися. Рекомендується глибоке розпушування ґрунту для покращення вологопроникності та аерації.

Умови Степу можуть сприяти активному росту бур'янів, тому ефективний контроль бур'янів є критично важливим. Застосування гербіцидів має бути обґрунтованим та своєчасним, з урахуванням видового складу бур'янів та фази розвитку сої.

Специфічні для степової зони шкідники (наприклад, акацієва вогнівка, соєва міль) та хвороби (наприклад, аскохітоз, пероноспороз) потребують особливої уваги та застосування відповідних заходів захисту [7, 11].

В умовах Степу, де часто спостерігається дефіцит азоту та можлива відсутність специфічних бульбочкових бактерій, інокуляція насіння є обов'язковим агрозаходом для забезпечення біологічної фіксації азоту та отримання високих врожаїв [12, 13].

В умовах недостатнього зволоження рекомендуються дещо нижчі норми висіву порівняно з зоною достатнього зволоження (Лісостепом), щоб зменшити конкуренцію між рослинами за вологу та поживні речовини.

Оптимальна густина стояння рослин перед збиранням у Степу зазвичай становить 300-450 тис. рослин на гектар.

Сівбу сої в степовій зоні проводять у пізніші строки, коли ґрунт на глибині 10 см прогріється до 12-14°C, щоб забезпечити дружні сходи та уникнути пошкодження посівів пізніми весняними заморозками [14, 15].

Важливо правильно визначити оптимальні строки збирання, щоб мінімізувати втрати врожаю через розтріскування бобів у спекотних та сухих умовах Степу.

Враховуючи ці особливості та застосовуючи науково обґрунтовані агротехнічні прийоми, аграрії степової зони України можуть успішно вирощувати сою та отримувати високі та стабільні врожаї цієї цінної культури [16, 17].

1.2. Оптимізація живлення для підвищення продуктивності сої

В Україні широко застосовуються різноманітні інокулянти для сої, метою яких є забезпечення ефективного симбіозу рослин з азотфіксуючими бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*. Ці мікробні препарати представлені на ринку в різних препаративних формах, включаючи рідкі, сухі (на основі торфу або вугілля) та гелеподібні. Рідкі інокулянти часто містять додаткові компоненти для кращого прилипання до насіння та забезпечення життєздатності бактерій. Сухі інокулянти відрізняються зручністю у застосуванні, особливо при механізованій сівбі, та тривалим терміном зберігання. Вибір конкретного інокулянту залежить від багатьох факторів, включаючи технологію вирощування, наявне обладнання, а також економічну доцільність [18, 19].

Багато препаратів, окрім основних азотфіксуючих бактерій, містять додаткові компоненти, такі як мікроелементи, фітогормони, амінокислоти, що сприяють кращому росту та розвитку рослин на початкових етапах.

Ефективність інокулянтів підтверджується численними дослідженнями та практичним досвідом аграріїв, які відзначають значне зростання врожайності, підвищення вмісту білка в насінні та зменшення потреби у внесенні азотних мінеральних добрив. Правильне застосування якісних інокулянтів є важливим елементом сучасної технології вирощування сої в Україні, сприяючи підвищенню її рентабельності та екологічності [20, 21].

Дослідження, проведені в різних наукових установах та господарствах степової зони України, підтверджують високу ефективність інокуляції насіння сої. Нестабільне та часто недостатнє зволоження, характерне для Степу, робить процес біологічної фіксації азоту особливо важливим для забезпечення рослин доступним азотом, зменшуючи їхню залежність від ґрунтових запасів та мінеральних добрив.

Результати численних дослідів демонструють, що інокуляція сприяє активнішому формуванню бульбочок на коренях сої, збільшенню їхньої маси та азотфіксуючої активності. Це, у свою чергу, позитивно впливає на ріст та розвиток рослин, формування більшої кількості бобів та насінин, а також на підвищення маси 1000 насінин. У підсумку, застосування якісних інокулянтів у степовій зоні України призводить до статистично значущого зростання врожайності сої, яке, за даними різних досліджень, може коливатися від 0,2 до 0,8 т/га і більше, а також до підвищення вмісту білка в насінні на 1-3% порівняно з неінокульованими посівами. Економічна доцільність інокуляції в умовах Степу є високою, оскільки приріст врожаю значно перевищує вартість препарату [20, 22].

В дослідженнях Р. А. Вожегова та ін. [23] проведених в умовах Миколаївської області встановлено, що застосування інокулянтів INTEX PEAT та Оптімайз сприяло збільшенню висоти рослин до контролю у фазі наливу зерна у сорту Аполлон на 3,1-6,6 см, сорту Валюта – на 3,2-5,3 см. Кількість бульбочок збільшувалась на 10-14 шт. (сорт Аполлон) та 15-16 шт. (сорт Валюта). При цьому прибавка врожаю становила для сорту Аполлон 0,11-0,20 т/га, для сорту Валюта – 0,16-0,30 т/га.

За результатами досліджень О. М. Григор'євої та ін. [24] в умовах Степу виявлено, що кількість бульбочок у фазі наливу бобів збільшувалась до контролю (без обробки) на 7,0-14,4 шт., приріст врожаю становив 0,20-0,33 т/га або 11-18 %, вміст білка зростав на 0,2-0,3 %, вміст олії – на 0,06-0,8 %.

В дослідженнях Т. П. Шепілової [25], що проведені в умовах північного Степу виявлено, що інокуляція сої сорту Медея Ризобофітом сприяла збільшенню густоти рослин перед збиранням врожаю на 2,4 шт./м², маси рослин під час наливу насіння – на 3,4 г, кількості бульбочок – на 13,4 шт., урожайності відносно до контролю – на 0,15 т/га.

Дослідження щодо застосування карбаміду (сечовини) на посівах сої демонструють неоднозначні результати, що залежать від фази розвитку рослин, способу внесення, дози та агрокліматичних умов. Традиційно вважається, що основну потребу сої в азоті забезпечує симбіотична фіксація, проте позакореневе підживлення карбамідом може мати позитивний вплив у певні критичні періоди розвитку або за недостатньої ефективності інокуляції.

Ряд досліджень вказує на те, що позакореневе внесення карбаміду в фазу інтенсивного росту вегетативної маси або на початку формування бобів може сприяти підвищенню фотосинтетичної активності листків, оптимізації азотного обміну та, як наслідок, збільшенню врожайності на 5-15 % за певних умов. Зокрема, позитивний ефект відзначався на посівах з ознаками азотного голодування або при несприятливих умовах для розвитку бульбочкових бактерій. Проте, інші дослідження не виявили суттєвого впливу або навіть спостерігали негативні наслідки від застосування високих концентрацій карбаміду, що проявлялося у опіках листків та пригніченні росту. Ефективність позакореневого підживлення карбамідом також тісно пов'язана з погодними умовами під час обробки та після неї [11, 18, 23, 26].

Таким чином, для сої в умовах Степу інокуляція є основою живлення, оскільки вона критично забезпечує рослину основним обсягом біологічного азоту, що прямо впливає на підвищення врожайності та вмісту білка.

Позакореневе підживлення карбамідом ефективне для корекції азотного голодування на пізніших етапах розвитку для збільшення білковості зерна та підвищення продуктивності культури.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Формування урожайності сої залежить від комплексу факторів, де ключову роль відіграють ґрунтово-кліматичні умови та технології вирощування. Ріст рослин та їх продуктивність визначаються забезпеченістю такими ресурсами, як волога, тепло, світло та елементи живлення (добрива, мікроелементи). Особливо важливим є баланс цих факторів, адже в посушливих регіонах степової зони ефективність застосування добрив може бути суттєво знижена через брак вологи, що ускладнює їх засвоєння рослиною. Таким чином, для отримання високих врожаїв сої необхідне не лише внесення поживних речовин, а й застосування агротехнічних прийомів, спрямованих на збереження вологи у ґрунті.

Надзвичайно важливо дослідити вплив позакореневого підживлення на посіви сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. Ця агротехнічна процедура є потужним інструментом для стимуляції фотосинтезу та азотфіксації в рослинах, що, у свою чергу, безпосередньо впливає на збільшення урожайності та покращення якості насіння. Вивчення оптимального складу добрив для позакореневого підживлення дозволить максимально розкрити потенціал сої, забезпечуючи її стабільний ріст і розвиток навіть у складних умовах.

2.1. Організаційно-економічні умови господарства

Протягом 2024-2025 років було проведено експериментальне дослідження щодо оцінки ефективності позакореневого підживлення посівів сої добривами. Польові дослідження здійснювалися на базі Фермерського господарства «Звездун Оксани Михайлівни», що дало змогу вивчити вплив цих агротехнічних прийомів в реальних виробничих умовах.

ФГ «Звездун Оксани Михайлівни» знаходиться в селі Мар'ївка Кропивницького району Кіровоградської області. Господарство має вигідне географічне розташування, оскільки знаходиться недалеко від транспортних вузлів та ринків збуту. Відстань до обласного центру, міста Кропивницький, становить 21 км, а до смт Компаніївки – 13 км.

Спеціалізацією фермерського господарства «Звездун О. М.» є рослинництво. У структурі посівних площ переважають зернові культури, а з бобових культур основним об'єктом вирощування є соя.

Земельний фонд фермерського господарства «Звездун О. М.» становить 197 га, які повністю представлені ріллею. Це свідчить про повну орієнтацію господарства на рослинництво.

З таблиці 2.1 видно, що протягом 2024-2025 років у структурі землекористування відбулися значні зміни. У 2024 році найбільшу частку посівних площ займав соняшник (31,5%), за ним слідувала пшениця озима (29,9%).

Таблиця 2.1

Структура землекористування ФГ «Звездун Оксани Михайлівни»

Культура	Рілля, га		Рілля, %	
	2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
Соняшник	62	93	31,5	47,2
Пшениця озима	59	42	29,9	21,3
Кукурудза	21,5	11	10,9	5,6
Соя	19	12	9,6	6,1
Ячмінь ярий	14,5	5	7,4	2,5
Ячмінь озимий	10	34	5,1	17,3

У 2025 році спостерігається тенденція до збільшення площ під соняшником (до 47,2%) та ячменем озимим (до 17,3%), водночас значно скоротилися площі під кукурудзою, соєю, пшеницею та ярим ячменем. Це

свідчить про переорієнтацію господарства на вирощування більш прибуткових чи менш ризикованих у даних кліматичних умовах культур.

На основі даних таблиці 2.2 можна зробити висновок, що у 2025 році господарство значно підвищило продуктивність більшості вирощуваних культур порівняно з 2024 роком. Найбільший приріст урожайності спостерігається по сої, яка зросла з 0,8 т/га до 2,0 т/га, що свідчить про суттєву оптимізацію технології її вирощування. Також помітне збільшення урожайності кукурудзи (з 4,2 до 6,0 т/га) та соняшнику (з 1,8 до 2,3 т/га). Однак, попри загальне підвищення врожайності, валовий збір не завжди зростає пропорційно, що пояснюється зміною структури посівних площ. Загалом, 2025 рік виявився значно ефективнішим для господарства з точки зору врожайності.

Таблиця 2.2

Валовий збір та врожайність культур ФГ «Звездун Оксани Михайлівни»

Культура	Урожайність, т/га		Валовий збір, т	
	2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025р.
Кукурудза на зерно	4,2	6,0	88,2	66,0
Озима пшениця	4,1	4,4	241,9	184,8
Озимий ячмінь	3,4	3,7	34,0	125,8
Ярий ячмінь	2,7	3,5	39,1	17,5
Соняшник	1,8	2,3	111,6	213,9
Соя	0,8	2,0	15,2	24,0

Для забезпечення ефективного та своєчасного виконання агротехнічних робіт Фермерське господарство «Звездун О. М.» має достатньо розвинений машинно-тракторний парк. Він включає повний комплект техніки для обробітку рунту, посіву, догляду за посівами та збирання врожаю. Зокрема, для основного та передпосівного обробітку використовуються плуги (ПЛН-5-35, Lemken Diamant 11), культиватори

(КПС-4, КРН-5,6, Компактомат 800), борони (Sunflower 4, ЛДГ-10, БРН-3,5А) та котки (ЗККШ-6). Посів проводиться за допомогою сівалок (СЗ-3,6, СЗФ-5400, VESTA 8 PROFІ). Збирання врожаю здійснюється сучасним комбайном NewHolland CX 8080. З метою підвищення економічної ефективності та оптимізації сівозміни, в майбутньому господарство планує розширити площі під вирощування бобових культур.

2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови господарства

Фермерське господарство «Звездун Оксани Михайлівни» розташоване в межах північного Степу України. Ця агрокліматична зона характеризується помірним континентальним кліматом, типовим для центральної частини країни. Кліматичні умови тут відрізняються достатньою кількістю сонячного світла, але часто обмежені нерівномірним розподілом опадів, що є ключовим фактором, який впливає на вибір культур та технології їх вирощування.

Ґрунти, на яких розташоване фермерське господарство, є чорноземом звичайним глибоким, середньогумусним. Ці ґрунти сформувалися в умовах дефіциту опадів, що є типовим для цієї зони. Їхня родючість значною мірою залежить від потужності гумусового горизонту, яка тут варіюється в межах 40-85 см. Саме в цьому шарі зосереджена найбільша кількість гумусових колоїдів, що сприяє створенню оптимальної зернистої структури. Така структура ґрунту забезпечує хорошу аерацію, водопроникність та утримання поживних речовин, що є важливим для високої врожайності сільськогосподарських культур.

У ріллі повна польова вологоємність чорноземів звичайних середньогумусних становить 55-60% від загальної ваги ґрунту. Цей показник поступово знижується з глибиною: на рівні 60-70 см він складає близько 35% і утримується на цьому значенні до глибини 1 метр.

Ґрунт на дослідних ділянках містить гумусу на рівні 4,6%. Однак, забезпеченість основними елементами живлення оцінюється як середня.

Зокрема, у 100 грамах ґрунту міститься 11,2 мг легкогідролізованого азоту, 14,0 мг рухомого фосфору та 13,6 мг обмінного калію. Ці показники свідчать про потребу в додатковому внесенні добрив, щоб забезпечити рослини сої необхідними поживними речовинами і досягти високої врожайності.

Резюмуючи агрохімічні характеристики ґрунту, слід зазначити, що він має нейтральну реакцію ($pH_{\text{сол.}}=7,2$) та високу родючість, про що свідчить ступінь насичення основами (93%) і значна сума ввібраних основ (34,5 мг-екв./100 г), а також низька гідролітична кислотність. Окрім того, ґрунт містить достатню кількість мікроелементів, необхідних для розвитку рослин: рухомих форм марганцю – 3,1 мг/кг, цинку – 0,45 мг/кг та бору – 1,65 мг/кг. Таким чином, агрохімічні показники ґрунту є сприятливими для вирощування сої та потребують зваженого підходу до внесення добрив для досягнення максимального врожаю.

Кліматичні умови регіону є нестабільними, про що свідчить коливання гідротермічного коефіцієнта Селянінова в широких межах, від 0,3 до 1,2. Це вказує на часту зміну періодів надмірного зволоження та посухи. Сильна посуха, що характеризується дефіцитом опадів до 45% від середньої багаторічної норми, трапляється приблизно раз на п'ять років. При цьому, навіть за нормального рівня опадів, значна їх частина втрачається через поверхневий стік. Таким чином, для ефективного ведення землеробства в цій зоні критично важливим є застосування вологозберігаючих технологій.

Тривалість вегетаційного періоду в регіоні становить 210-217 днів, з безморозним періодом у 159-163 днів, що є достатнім для повного циклу розвитку сої. Сума активних температур (вище $+10^{\circ}\text{C}$) досягає 2895°C , а сума ефективних – 1155°C . Це підтверджує, що температурний режим є сприятливим для вирощування теплолюбних культур, зокрема сої, і дозволяє розраховувати на високі показники врожайності.

В умовах господарства, середні запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту навесні становлять від 120 до 155 мм. Це є важливим фактором, що впливає на стартовий розвиток рослин. В окремі роки, що

характеризуються більшою кількістю опадів у зимово-весняний період, цей показник може сягати 200 мм. Такий рівень вологозабезпеченості є сприятливим для вирощування сої, але його ефективного використання залежить від подальших погодних умов, зокрема від кількості опадів протягом вегетаційного періоду.

У регіоні щорічно спостерігаються періоди посухи, що тривають від 35 до 100 днів. У поєднанні з високими літніми температурами, як це було у 2024 році, та низькою відносною вологістю повітря, це завдає значної шкоди посівам. Особливу небезпеку становлять липневі суховії, які збігаються з фазою наливу та досягання зерна. Ці суховії різко посилюють випаровування вологи, що призводить до засихання рослин, навіть за наявності доступної вологи у ґрунті. Весняні вітри можуть переростати в суховії та пилові бурі зі швидкістю 20-30 м/с.

Найменша середньодобова відносна вологість повітря фіксується в липні-серпні, що додатково посилює стрес для рослин.

Агromетeоролoгiчнi показники наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Температура повітря періоду вегетації сої (2024-2025 рр.), °С

Роки	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
2024 р.	14,4	16,1	22,7	26,3	24,2
2025 р.	12,7	15,4	20,5	25,7	23,0
Середня багаторічна	8,9	15,3	18,6	20,0	19,4
± до середньобаторічного показника 2024 р.	+5,5	+0,8	+4,1	+6,3	+4,8
± до середньобаторічного показника 2025 р.	+3,8	+0,1	+1,9	+5,7	+3,6

Температура повітря перевищувала середні дані у 2024 р. на 0,8-6,3°C, у 2025 р. – на 0,1-5,7°C. Друга частина вегетації сої була відмічена високими температурами, що мало негативні наслідки, спровокувавши погіршення умов фази формування та наливу бобів, а також сприяло швидкому підсиханню сої та скороченню вегетації.

Кількість опадів була недостатньою (табл. 2.4). У 2024 р. нестача вологи щодо середніх даних з травня по серпень була 83,6%. Рослини сої формували суттєво меншу надземну масу та елементи продуктивності.

Таблиця 2.4

Кількість опадів протягом періоду вегетації сої (2024-2025 рр.), мм

Рік	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
2024 р.	53,0	6,0	16,8	3,1	12,0
2025 р.	34,0	102,0	27,5	41,0	31,0
Середня багаторічна	36	45	66	72	48
± до середньобаторічного показника 2024 р.	+17	-39	-49,2	-68,9	-36
± до середньобаторічного показника 2025 р.	-2,0	+57,0	-38,5	-31,0	-17,0

У 2025 р. кількість опадів у травні перевищила норму на 57 мм, хоча в подальшому відмічено дефіцит вологи, що склав 46,5%.

Таким чином, в роки досліджень умови росту і розвитку сої були складними, що характеризувались високими температурами повітря у період наливу та досягання рослин з різкою нестачею вологи.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ СОЇ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

3.1. Методика досліджень

З метою вивчення впливу інокуляції та підживлення на ріст рослин і елементи продуктивності сої, у 2024-2025 роках було закладено польовий двофакторний дослід. Експеримент проводився з використанням відповідних методик [27], а його схема представлена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Схема дослідів

Інокуляція насіння – ділянки першого порядку	Підживлення посівів – ділянки другого порядку
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)
	Карбамід (5 кг/га)
	Карбамід (5 кг/га) + Авангард Фосфіт К (1 л/га)
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)
	Карбамід (5 кг/га)
	Карбамід (5 кг/га) + Авангард Фосфіт К (1 л/га)

Дослід було закладено методом розщеплених ділянок у триразовій повторності. Площа ділянок першого порядку становила 64,8 м², а ділянок другого порядку – 21,6 м². Ділянки другого порядку розташовувалися рандомізовано, при співвідношенні факторів 2:3.

Для посіву був використаний середньостиглий сорт сої Феєрія, який призначений для зерно-кормового та харчового використання. Цей універсальний сорт, виведений в Інституті сільського господарства Степу НААНУ, відзначається високою адаптивністю і може бути успішно вирощений у будь-якій агрокліматичній зоні України.

Сорт сої Феєрія вирізняється проміжною формою куща. Середня висота рослин коливається в межах 70–95 см, при цьому висота кріплення нижнього бобу становить 15–20 см, що є оптимальним для механізованого збирання. Стебло та опушення мають світло-сірий колір, а квітки – фіолетове забарвлення. На кожній рослині в середньому утворюється від 16 до 22 продуктивних вузлів. Насіння цього сорту має жовтий колір, а його рубчик – коричневий.

Вегетаційний період даного сорту сої триває 115–125 діб. Він вирізняється високою стійкістю до низки хвороб, зокрема пероноспорозу, бактеріозу, фузаріозу, септоріозу та вірусної мозаїки. Сорт також демонструє високу опірність до посухи, вилягання, осипання бобів і пошкодження шкідниками. Середня врожайність знаходиться в межах 2,6–3,5 т/га, при масі 1000 насінин 130–150 г. Для досягнення оптимальної густоти стояння посівів, рекомендована норма висіву становить 550–600 тис шт./га [28].

Застосовували інокулянт Нітроген - це спеціалізований препарат для обробки насіння сої, що сприяє стимуляції природних процесів росту рослин.

Діючою речовиною препарату є корисні бактерії *Bradyrhizobium japonicum* з титром 2×10^9 колонієутворюючих одиниць (КУО) на грам.

Бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum* проникають у кореневі волоски бобових, стимулюючи утворення бульбочок, де відбувається фіксація атмосферного азоту. Одночасно з цим вони виробляють ряд фізіологічно активних речовин, вітаміни та антибіотики, що підсилюють ріст і захисні функції рослини. Інокулянт для обробки насіння сої активізує природні ростові процеси завдяки посиленню азотфіксації, що дозволяє рослинам повною мірою реалізувати свій генетичний потенціал за рахунок покращеного азотного живлення. Норма витрати 200 г на 100 кг насіння.

Для збереження життєздатності бульбочкових бактерій оброблене насіння слід захищати від прямого сонячного проміння. Крім того, не рекомендується одночасно використовувати інокулянт з протруйниками, які містять молібден або мідь. Це пов'язано з тим, що ці мікроелементи є

токсичними для ризобактерій і суттєво знижують їх концентрацію на насінні, що, своєю чергою, знижує ефективність інокуляції [29].

Листкове підживлення посівів проводили карбамідом з нормою витрати 5 кг/га. Це добриво, що містить 46,3% азоту в амідній формі, є найбільш концентрованим серед усіх азотних добрив. Завдяки своїм властивостям, карбамід є високоефективним для підживлення широкого спектру культур, зокрема й сої.

Карбамід є високоефективним добривом, особливо для рослин з тривалим періодом вегетації, оскільки через листову поверхню культури можуть засвоїти більшу кількість азоту, ніж з ґрунту. Соя поглинає азот поступово протягом усього періоду росту, що запобігає його надмірному накопиченню як у ґрунтових водах, так і в самій рослині. Ефективність засвоєння цього добрива соєю безпосередньо залежить від умов ґрунту: воно засвоюється краще на прогрітих ґрунтах, тоді як на холодних або надмірно зволжених його дія значно знижується.

Для позакореневого підживлення був використаний препарат Авангард Фосфіт К. Це високоефективне рідке добриво, яке легко засвоюється рослинами і поєднує в собі стимулюючий та фунгіцидний ефекти. Застосування цього добрива не лише забезпечує культури калієм, а й сприяє їх активному розвитку. Крім того, препарат зміцнює імунітет рослин і допомагає у профілактиці та боротьбі з хворобами, спричиненими грибами несправжньої борошнистої роси. Склад препарату: фосфор P_2O_5 – 420 г/л, калій K_2O – 280 г/л.

Дане добриво має низку цінних властивостей. Воно характеризується високою доступністю для рослин, що забезпечує швидке засвоєння поживних речовин. Препарат ефективно підвищує стійкість культур до хвороб і різноманітних стресових чинників. Він також проявляє хелатуючий ефект щодо іонів кальцію, бору, молібдену, калію та цинку, покращуючи їх засвоєння рослинами. Важливою перевагою є його фізіологічна активність навіть за низьких температур (від +3 до +10 °C). Завдяки такому

комплексному впливу, добриво сприяє не лише підвищенню врожайності, а й поліпшенню якості та товарних властивостей кінцевої продукції. Для сої рекомендована норма витрати 1 л/га у фазі 3-5 листків [30].

Технологія вирощування сої, що була застосована у дослідженні, адаптована для умов Степової зони. Попередником на дослідному полі був ярий ячмінь. Після збирання, обробіток ґрунту проводили у два етапи: спершу лушили стерню агрегатом (ЛДГ-10) на глибину 6–8 см, а потім виконували основну оранку плугом (Diamant 11) на глибину 20–22 см. Така система обробітку сприяє збереженню вологи та ефективно готує ґрунт до подальшого вирощування культури.

Комплекс ранньовесняних заходів з обробітку ґрунту розпочинався з боронування агрегатом (БРН-3,5А), що дозволяло зберегти вологу. Передпосівна підготовка ґрунту здійснювалася комплексним агрегатом Компактомат 800, який одночасно виконував кілька функцій: культивував, підрізав і подрібнював бур'яни, а також вирівнював поверхню поля на глибину загортання насіння 4–6 см.

Посів сої здійснювали у I декаді травня, коли температура ґрунту досягала показників 11-13 ° С. Для середньостиглого сорту Феєрія була встановлена норма висіву 600 тис. насінин на гектар. Застосовували широкорядний спосіб сівби з міжряддями 45 см, що є оптимальним для формування високої продуктивності сої.

Безпосередньо в день сівби насіння сої обробляли інокулянтом. Препарат застосовували з розрахунку 200 г на 100 кг насіння (гектарна норма). Така процедура забезпечує максимальну життєздатність бактерій перед їх внесенням у ґрунт.

Згідно зі схемою дослідження, підживлення посівів добривами здійснювали у фазі 3-5 листків, що є важливим періодом для формування врожаю сої. Для забезпечення рівномірного внесення препаратів на експериментальних ділянках використовувався ручний обприскувач з

витратою робочої рідини 250 л/га, при температурі повітря не вище 18 °С вранці.

Для оцінки розвитку посівів і формування врожаю проводили визначення густоти стояння рослин. Підрахунок кількості рослин на одиницю площі здійснювали двічі - у фазу сходів та безпосередньо перед збиранням урожаю. Облік виконували на всіх ділянках у I та III повтореннях, використовуючи для цього стаціонарні ділянки, площею 1 м² (що відповідає двом рядкам довжиною 111 см), які були попередньо зафіксовані кілочками.

Фенологічні спостереження проводили візуально для кожного варіанта досліду, фіксуючи основні фази розвитку: сходи, бутонізацію, цвітіння, утворення та наливу бобів, а також повну стиглість.

У фазі наливу бобів здійснювали вимірювання висоти та маси рослин. З ділянок I та III повторень відбирали типові зразки, висоту яких вимірювали в лабораторії (від кореневої шийки до верхівки стебла). Після цього відібрані рослини зважували на електронних вагах для визначення їхньої маси.

Вимірювали площу листя сої за допомогою «методу висічок». Для цього використовували зразки рослин, відібрані для визначення висоти і маси. Метод ґрунтується на розрахунку площі листя за співвідношенням між масою всіх листових пластинок та масою і відомою площею висічок. Загальну площу листя на 1 га визначали, помноживши отриману площу листя однієї рослини на густоту посіву.

Для оцінки симбіотичного апарату сої, у фазі наливу бобів, проводили визначення кількості бульбочок. З ділянок I та III повторень відбирали зразки рослин разом із ґрунтом. У лабораторних умовах корені відділяли від ґрунту, після чого підраховували кількість бульбочок на одну рослину.

Для аналізу структури врожаю у фазі повної стиглості з кожного варіанта в двох несуміжних повтореннях відбирали по 20 рослин. У лабораторних умовах на цих зразках визначали висоту кріплення нижнього бобу, кількість бобів і насіння, їх загальну масу, а також масу 1000 насінин.

Облік урожайності здійснювали методом суцільного збору врожаю з усієї облікової площі ділянки. Отримані дані піддавали статистичній обробці за допомогою дисперсійного аналізу.

Економічна ефективність запропонованих агротехнічних заходів, включаючи розрахунок прибутковості та окупності витрат, була оцінена відповідно до методичних рекомендацій, викладених у джерелах [31, 32].

Перелік заходів з охорони праці та захисту довкілля був розроблений та складений на основі наукових рекомендацій, представлених у працях К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський та ін. [33]. Це дозволило забезпечити дотримання всіх необхідних норм безпеки при проведенні польових досліджень та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

3.2. Аналіз ефективності інокуляції та підживлення у формуванні продуктивності сої

3.2.1. Вегетаційний період сої залежно від агротехнічних прийомів

Застосування фосфорних і калійних добрив має важливе значення для оптимізації міжфазних періодів та вегетації сої. На відміну від азоту, ці елементи, як правило, не призводять до затримки розвитку, а навпаки, сприяють більш збалансованому росту рослин. Фосфор відіграє ключову роль в енергетичному обміні, стимулює ріст кореневої системи та сприяє формуванню бульбочок, що є критично важливим для ефективної азотфіксації. Калій, своєю чергою, регулює водний баланс, покращує фотосинтез і підвищує стійкість рослин до стресових умов (посуха, хвороби), а також впливає на формування і наповнення бобів. Забезпечення сої фосфором і калієм у достатній кількості сприяє прискоренню проходження репродуктивних фаз, що веде до своєчасного дозрівання культури та може дещо скоротити загальний період вегетації. Таким чином, фосфорно-калійне

живлення є важливим фактором для досягнення збалансованого розвитку сої та формування високого врожаю [15, 21].

Внесення надмірних доз азотних добрив негативно впливає на міжфазні періоди сої. На відміну від більшості культур, соя, як бобова рослина, вступає в симбіоз з бульбочковими бактеріями, які фіксують атмосферний азот. Надлишок мінерального азоту в ґрунті пригнічує розвиток цих бактерій і уповільнює утворення бульбочок, що призводить до посиленого росту вегетативної маси на шкодить репродуктивній системі. Як наслідок, подовжуються міжфазні періоди, а перехід до цвітіння та дозрівання відбувається із затримкою. Це може впливати на кінцеву врожайність та якість продукції, особливо в регіонах з коротким вегетаційним періодом [8, 25].

Згідно з даними фенологічних спостережень, інокуляція насіння та підживлення посівів добривами не мали значного впливу на календарні терміни настання основних фаз розвитку сої (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Результати фенологічних спостережень в роки досліджень

Фази розвитку сої	Календарна дата	
	2024 р.	2025 р.
Сівба	1.05	1.05
Сходи	12.05	11.05
Бутонізація	13.06	15.06
Цвітіння	24.06	25.06
Налив насіння	23.07	25.07
Повна стиглість	1.09	5.09
Веgetаційний період, днів	112	117

Період від сівби до появи сходів тривав 10-11 діб. Така тривалість свідчить про сприятливі умови для проростання насіння, зокрема оптимальну температуру і достатнє зволоження ґрунту, що є ключовими факторами для отримання дружних і сильних сходів.

Фаза бутонізації рослин сої спостерігалася у другій декаді червня. При цьому тривалість періоду від сходів до бутонізації становила 32 доби у 2024 році та 35 діб у 2025 році.

Фаза цвітіння сої спостерігалася у третій декаді червня. Тривалість міжфазного періоду від бутонізації до цвітіння становила 10–11 діб, що є характерним для даного сорту і свідчить про його швидкий перехід до репродуктивної фази.

Міжфазний період від наливу насіння до повної стиглості в 2024 році був коротшим і становив 40 діб, тоді як у 2025 році його тривалість складала 42 доби.

Таким чином, за роки досліджень, при сівбі 1 травня, вегетаційний період середньостиглого сорту сої Феєрія тривав 112 і 117 діб, що визначалось погодними умовами, тоді як добрива не мали впливу на настання фенологічних фаз.

3.2.2. Схожість насіння та густина стояння сої залежно від добрив та інокуляції

Біопрепарати, що використовуються для обробки насіння перед посівом, відіграють важливу роль у підвищенні польової схожості. Ці препарати містять корисні мікроорганізми, які сприятливо впливають на проростання насіння та розвиток молодих рослин.

Біопрепарати часто містять фітогормони, які виробляються мікроорганізмами. Ці гормони сприяють активному поділу клітин, що стимулює енергію проростання та пришвидшує появу сходів.

Мікроорганізми, що містяться в біопрепаратах, конкурують з патогенними мікробами за простір та поживні речовини в ґрунті. Деякі біопрепарати мають фунгіцидну та бактерицидну дію, виробляючи природні антибіотики, що пригнічують розвиток корневих гнилей та інших хвороб на початкових етапах розвитку рослин. Це значно підвищує виживаність сходів у польових умовах.

Біопрепарати містять азотфіксуючі бактерії, що допомагають засвоювати азот із повітря, або фосформобілізуючі мікроорганізми, які перетворюють важкодоступні сполуки фосфору в ґрунті на форми, доступні для рослин. Завдяки цьому проростки отримують більше поживних речовин, що сприяє їхньому здоровому росту.

Використання біопрепаратів для обробки насіння створює сприятливе мікробіологічне середовище навколо насінини, що захищає її від негативних факторів та забезпечує оптимальні умови для проростання, тим самим суттєво підвищуючи відсоток польової схожості [17, 23].

Підживлення карбамідом, або сечовиною, може істотно впливати на густоту рослин, оскільки це добриво є концентрованим джерелом азоту – ключового елемента для росту вегетативної маси. Застосування карбаміду в потрібних дозах стимулює активний ріст стебел та листя, що сприяє швидкому розвитку рослин і формуванню щільнішого покриву. Однак, надмірне внесення азотних добрив, зокрема карбаміду, може мати негативні наслідки: воно може спричинити вилягання через надмірно інтенсивний ріст, або, у найгіршому випадку, викликати опіки рослин, що може зменшити густоту посівів. Тому, щоб отримати позитивний ефект, важливо дотримуватися рекомендованих норм внесення добрива, враховуючи тип ґрунту, фазу розвитку рослин та погодні умови [21, 24].

Під час обліку густоти рослин після сходів враховували тільки дію інокуляції насіння, оскільки застосування підживлення посівів добривами ще не проводилось. Виявлено позитивну дію інокуляції на густоту рослин (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Густота стояння рослин сої після сходів залежно від інокуляції, шт./м²

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	47,2	50,2	48,7
	Карбамід	47,1	50,4	48,8
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	47,5	50,2	48,9
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	49,6	55,6	52,6
	Карбамід	50,0	54,9	52,5
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	49,8	55,3	52,6

У 2024 році Нітроген сприяв збільшенню густоти рослин до абсолютного контролю на 2,4-2,8 шт./м², що відповідає 5,1-5,9 %. У 2025 році відмічено подібний результат, де густота рослин збільшувалась до контролю на 4,7-5,4 шт./м², або 9,4-10,7 %. Таким чином, у 2025 році ефективність інокуляції насіння була більшою.

За дворічними показниками виявлено, що на фоні інокуляції густота рослин сої становила 52,5-52,6 шт./м², тоді як у контролі вона була 48,7 шт./м². Різниця становила 3,8-3,9 шт./м², або 7,8-8,0 %.

Схожість насіння у 2025 році була більшою в межах 83,7-92,7 %, тоді як у 2024 році – 78,5-83,3 % (табл. 3.4). Інокуляція насіння сприяла підвищенню цього показника у 2024 р. відносно абсолютного контролю на 4,0-4,6 %, у 2025 р. – на 7,8-9,0 %, за дворічними даними – на 6,2-6,5 %.

Отже, інокуляція насіння значно підвищує його схожість, причому у 2025 році цей ефект був більш суттєвим, ніж у 2024 році.

Польова схожість насіння залежно від інокуляції, %

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	78,7	83,7	81,2
	Карбамід	78,5	84,0	81,3
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	79,2	83,7	81,4
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	82,7	92,7	87,7
	Карбамід	83,3	91,5	87,4
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	83,0	92,2	87,6

Визначення густоти стояння рослин перед збиранням свідчить, що у 2024 році вона була від 40,1 до 44,9 шт./м², а в 2025 році цей показник був вищим - від 45,6 до 53,2 шт./м². В обох роках спостерігалася чітка тенденція до зростання густоти завдяки застосуванню інокуляції та підживлення (табл. 3.5).

В середньому за два роки, найбільша густина посівів (49,1 шт./м²) була зафіксована при поєднанні інокуляції насіння та комплексного підживлення посівів карбамідом з Авангард Фосфіт К, це перевищило контроль на 6,2 шт./м². Навіть без додаткового підживлення, інокуляція сама по собі підвищувала густоту рослин на 3,9 шт./м² порівняно з контролем. Ці дані підтверджують, що інокуляція та підживлення є ефективними інструментами для оптимізації густоти стояння сої, що є ключовим фактором для підвищення врожайності.

Таблиця 3.5

Густота стояння рослин сої перед збиранням залежно від інокуляції та підживлення посівів, шт./м²

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	40,1	45,6	42,9
	Карбамід	41,2	46,0	43,6
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	42,4	47,2	44,8
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	43,3	50,3	46,8
	Карбамід	43,5	51,8	47,7
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	44,9	53,2	49,1

Вживання рослин за період вегетації виявилось вищим у 2025 році, показник був в межах 90,5-96,2 %, у 2024 році – 85,0-90,2 % (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Вживання рослин сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, %

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	85,0	90,8	87,9
	Карбамід	87,5	91,3	89,4
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	89,3	94,0	91,6
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	87,3	90,5	88,9
	Карбамід	87,0	94,4	90,7
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	90,2	96,2	93,2

У 2024 р. застосування комплексного підживлення карбамідом та Авангард Фосфіт К сприяло збільшенню виживання рослин відносно контролю на 4,3 %, застосування тільки інокуляції насіння без підживлення – на 2,3 %. Найбільшим показник був при сумісному застосуванні всіх препаратів – 90,2 %, що більше за абсолютний контроль на 5,2 %.

У 2025 р. вище виживання рослин отримали при застосуванні комплексу препаратів для підживлення – 94,0 %, перевищення до контролю було 3,2 %, на фоні інокуляції та підживлення карбамідом – 94,4 % (+3,6 % до контролю), на фоні комплексу препаратів показник був найвищий – 96,2 %, що дало приріст до контролю – 5,4 %.

Середні дворічні показники свідчать, що сумісне застосування інокуляції та підживлення сої карбамідом і Авангард Фосфіт К забезпечує найбільший відсоток виживання рослин – 93,2 %, це більше за абсолютний контроль на 5,3 %.

Отже, застосування інокуляції насіння біопрепаратом Нітроген сприяло збільшенню польової схожості насіння на 6,2-6,5 % по відношенню до абсолютного контролю. У варіанті, де застосовували сумісне використання інокуляції та підживлення посівів сої отримали найвищий відсоток виживання рослин (93,2 %), що було більше ніж у контролі на 5,3 %. Дані результати свідчать, що інокуляція та підживлення є ефективними інструментами для оптимізації живлення рослин сої, формування густоти стояння та є ключовим фактором для підвищення майбутньої врожайності.

3.2.3. Залежність біометричних показників сої від добрив та інокуляції

Азотні добрива відіграють ключову роль у формуванні вегетативної маси рослин, безпосередньо впливаючи на площу листя та загальну біомасу. Азот є основним компонентом білків, амінокислот, хлорофілу та нуклеїнових кислот, які є будівельним матеріалом для клітин. Достатнє азотне живлення стимулює інтенсивний поділ клітин і їх ріст, що призводить до швидкого

нарощування зеленої маси. Завдяки цьому збільшується кількість та розмір листя, яке набуває насичено-зеленого кольору, і, як наслідок, зростає ефективність фотосинтезу. Цей процес безпосередньо корелює з нарощуванням сухої маси рослини, оскільки чим більша площа листя, тим інтенсивніше відбувається накопичення органічних речовин. Однак, надлишок азоту може призвести до надмірного росту вегетативної маси на шкоду формуванню репродуктивних органів та врожаю, а також може спричинити вилягання рослин.

Фосфорно-калійні добрива, на відміну від азотних, не викликають миттєвого нарощування вегетативної маси, проте їх вплив на площу листя та висоту рослин є значним і опосередкованим. Фосфор сприяє формуванню потужної кореневої системи, що забезпечує рослину водою та поживними речовинами, і як наслідок – повноцінний розвиток надземної частини. Калій, у свою чергу, підвищує стійкість до несприятливих умов та регулює водний обмін. Спільна дія цих елементів підтримує загальне здоров'я рослини, що створює сприятливі передумови для формування більшої листової поверхні та досягнення максимальної висоти [19, 22].

В дослідженнях визначення біометричних показників проводили у фазі наливу бобів (табл. 3.7). Виявлено, що у 2024 році маса однієї рослини сої коливалася від 32,2 г до 36,5 г, тоді як у 2025 році цей показник був значно вищим – 58,6-67,8 г. Така різниця вказує на більш сприятливі умови для росту та розвитку сої в 2025 році. У кожному з років спостерігалася чітка закономірність, при застосуванні інокуляції та підживленні збільшувалась маса рослин порівняно з контрольними варіантами. У 2024 році маса рослин сої у варіантах з підживленням лише карбамідом та з інокуляцією Нітрогеном і підживленням лише карбамідом з Авангард Фосфіт К була однаковою - 35,9 г. Цей показник перевищував абсолютний контроль (32,2 г) на 3,7 г, що становить приблизно 11,5 %. найбільша маса рослин сої становила 36,5 г у варіанті з інокуляцією та підживленням карбамідом і Авангард Фосфіт К. Це на 13,4 % більше, ніж в абсолютному контролі.

Таблиця 3.7

Маса рослин сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, г

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	32,2	58,6	45,4
	Карбамід	35,6	63,2	49,4
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	35,9	64,3	50,1
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	34,1	62,4	48,3
	Карбамід	35,9	65,4	50,7
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	36,5	67,8	52,2

У 2025 році маса рослин сої становила 65,4 г у варіанті з інокуляцією Нітрогеном та підживленням лише карбамідом, що на 11,6 % перевищує показник контролю (58,6 г). При додаванні Авангард Фосфіт К до цього ж комплексу, маса зросла до 67,8 г, що на 15,7 % більше, ніж у контролі.

В середньому за два роки, найбільша маса однієї рослини сої - 52,2 г була зафіксована у варіанті, де поєднувалися інокуляція насіння біопрепаратом і комплексне підживлення добривами посівів, перевищення до абсолютного контролю було 6,8 г (15 %). Навіть без додаткового підживлення, сама лише інокуляція дала масу рослин в середньому 48,3 г, що перевершує контроль на 6,4 %. Ці дані підтверджують, що інокуляція насіння у поєднанні з підживленням є ефективним методом для збільшення біомаси рослин сої.

Висота рослин сої у 2024 році коливалася від 49,8 см до 52,9 см (табл. 3.8). Найменший показник був у контрольному варіанті без інокуляції та підживлення, тоді як найбільшої висоти (52,9 см) досягли рослини, оброблені інокулянтном і підживлені карбамідом та Авангард Фосфіт К, приріст до

контролю був 3,1 см. Це свідчить про позитивний вплив комплексного підходу підживлення рослин у ключові фази вегетації.

У 2025 році всі показники висоти були значно вищими, що вказує на більш сприятливі погодні умови. Висота рослин коливалася від 78,9 см (контроль) до 86,2 см. Найвищий показник, як і в попередньому році, був зафіксований у комплексному варіанті. Це забезпечило приріст відносно абсолютного контролю 7,3 см, або 9,3 %, що підтверджує ефективність цього комплексу для стимуляції росту рослин.

Таблиця 3.8

Висота рослин сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, см

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	49,8	78,9
	Карбамід	50,5	83,5
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	50,0	83,9
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	51,5	81,2
	Карбамід	52,5	85,9
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	52,9	86,2

Рисунок 3.1 чітко ілюструє динаміку залежності висоти рослин сої від елементів агротехніки, що вивчалися. Вищими рослини були у варіантах, де на фоні інокуляції застосували карбамід (69,2 см) та сумісно карбамід з Авангард Фосфіт К (69,6 см). Тут приріст до контрольного варіанту складав 4,8-5,2 см, що відповідає 7,5-8,1 %.

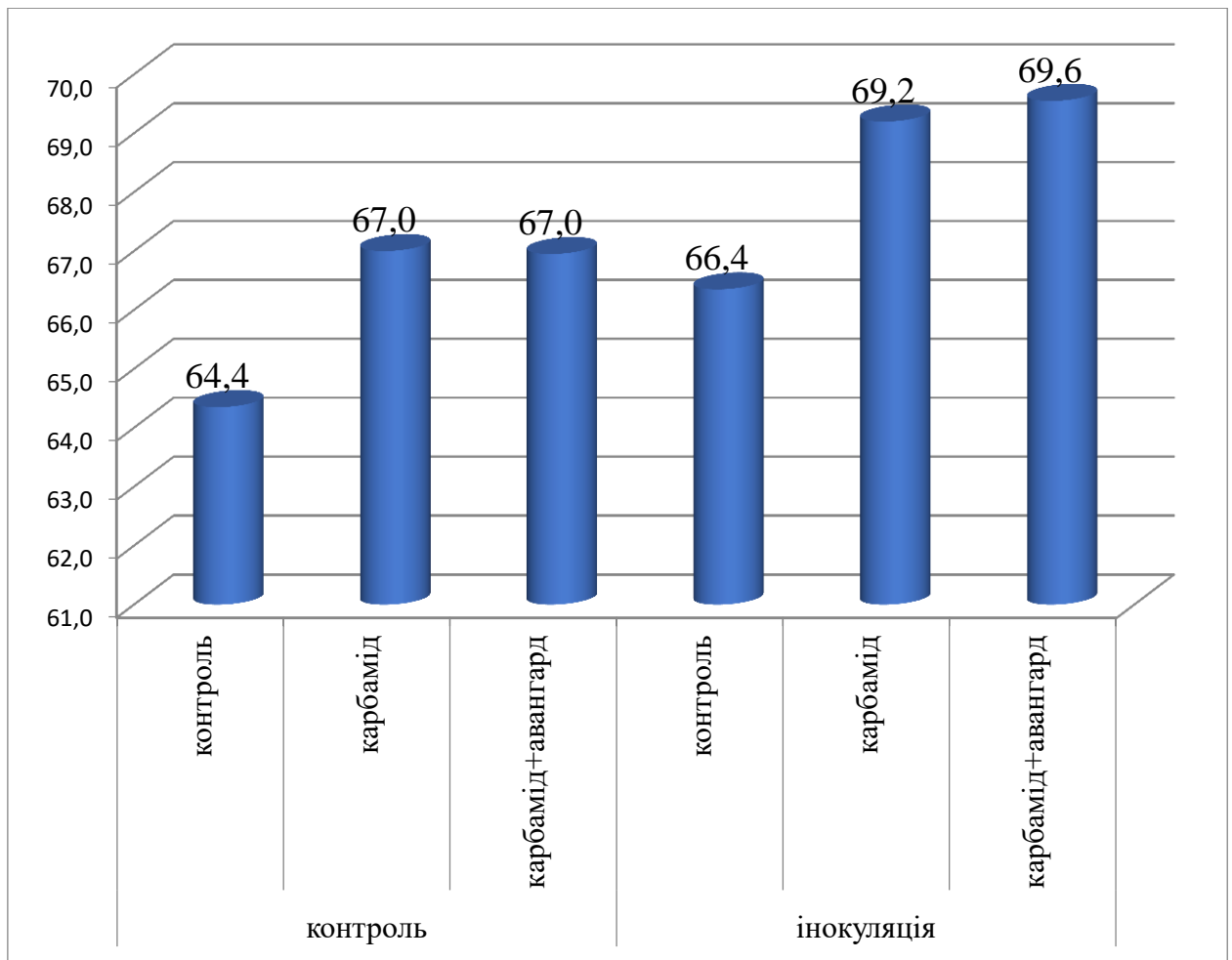


Рис. 3.1. Вплив добрив та інокуляції на висоту рослин сої у фазі наливу бобів (2024-2025 рр.), см

Аналіз площі листя рослин сої свідчить, що у 2024 році вона варіювалася від 791 см² до 850 см² (табл. 3.9). Найменший показник був у контрольному варіанті, а найбільша площа (850 см²) зафіксована у рослин, насіння яких обробляли Нітрогеном та додатково підживлювали карбамідом з Авангард Фосфіт К. Це підтверджує, що інокуляція та підживлення є важливими для інтенсивного розвитку вегетативної маси навіть у менш сприятливих умовах.

У 2025 році всі показники були значно вищими, коливаючись від 1028 до 1141 см², що свідчить про більш сприятливі умови для росту. Найбільша

площа листя (1141 см²) була досягнута в тому ж варіанті, що й у попередньому році, перевищення до контролю становило 113 см², або 11 %.

Таблиця 3.9

Площа листя рослин сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, см²

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	791	1028	909,5
	Карбамід	825	1098	961,5
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	847	1116	981,5
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	820	1056	938,0
	Карбамід	845	1123	984,0
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	850	1141	995,5

В середньому за два роки, найбільша площа листя – 995,5 см² була зафіксована при комплексному застосуванні добрив. Це на 86 см² більше від контролю і складає 9,5 %. Бактеризація та карбамід збільшили площу листя до 984,0 см², що на 74,1 см² (8,1 %) більше за контроль.

Отже, комплексне застосування інокуляції насіння та підживлення посівів є найефективнішим способом суттєвого збільшення біометричних показників сої. Дослідження підтверджують, що у варіанті сумісного застосування Нітрогену та підживлення посівів комплексом добрив (Карбамід + Авангард Фосфіт К) отримано найбільшу масу рослин – 52,2 г, площу листя – 995,5 см² та висоту рослин – 69,6 см, що перевищує показники абсолютного контролю на 8,1-15,0 %.

3.2.4. Вплив інокуляції та підживлення посівів на симбіотичну активність рослин сої

Інокуляція є надзвичайно ефективним агротехнічним заходом для збільшення кількості та якості корневих бульбочок у бобових культурах. Завдяки обробці насіння препаратами, що містять живі високоактивні штами бульбочкових бактерій (ризобій), утворюється симбіоз між мікроорганізмами та кореневою системою рослини. Ці бактерії активно колонізують корені, утворюючи бульбочки, які є фіксаторами атмосферного азоту. Відсутність інокуляції, особливо на полях, де соя вирощується вперше або не вирощувалася тривалий час, може призвести до формування неефективних, малочисельних бульбочок, або до їх повної відсутності. Застосування якісного інокулянта значно збільшує кількість бульбочок на кореневій системі, що, своєю чергою, підвищує обсяг фіксованого біологічного азоту, забезпечуючи рослини повноцінним живленням і, як наслідок, стимулюючи їхній ріст, розвиток та врожайність.

Ефективність інокуляції значною мірою залежить від погодних умов і загального стану року, оскільки життєдіяльність бульбочкових бактерій є вкрай чутливою до зовнішніх чинників. Оптимальні умови для розвитку симбіозу з бульбочковими бактеріями включають достатню вологість ґрунту (60-80% від повної вологоємності) та температуру в межах 10–24 °С. В умовах посухи чи надмірної спеки життєздатність ризобій різко знижується, що перешкоджає утворенню бульбочок та фіксації азоту. Навіть при низьких температурах бактерії можуть залишатися неактивними, що затримує або унеможлиблює процес азотфіксації. Таким чином, у сприятливі роки з оптимальним рівнем вологи та тепла інокуляція демонструє найвищу ефективність, що виражається у значному збільшенні кількості бульбочок і врожайності, тоді як у стресових, несприятливих умовах її позитивний ефект може бути менш вираженим [5, 13, 24].

Аналіз кількості бульбочок сої свідчить, що у 2024 році вона коливалася від 21,3 до 36,4 шт. на рослину (табл. 3.10). Найменший показник був зафіксований у варіанті з підживленням лише карбамідом без інокуляції (21,3 шт.). Натомість найбільша кількість (36,4 шт.) була у варіанті з інокуляцією Нітрогеном та підживленням карбамідом і Авангард Фосфіт К, де перевищення відносно абсолютного контролю було 11,2 шт.

У 2025 році всі показники були значно вищими – від 50,3 до 68,9 шт. на рослину, що свідчить про більш сприятливі умови для симбіозу. Як і в попередньому році, найбільша кількість бульбочок була зафіксована у варіанті з інокуляцією та комплексним підживленням – 68,9 шт., при цьому приріст відносно контролю був 15,7 шт., що становило 29,5 %.

Таблиця 3.10

Кількість бульбочок сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, шт.

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	2024 р.	2025 р.	середнє	± до контролю
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	25,2	53,2	39,2	–
	Карбамід	21,3	50,3	35,8	-3,4
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	30,6	58,4	44,5	+5,3
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	33,8	62,3	48,1	–
	Карбамід	28,7	60,2	44,5	-3,6
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	36,4	68,9	52,7	+4,6

В середньому за два роки, найбільша кількість бульбочок (52,7 шт.) була у варіанті, де поєднувалися інокуляція та підживлення карбамідом і Авангард Фосфіт К. Цей показник на 4,6 шт. перевищив показник

аналогічного варіанту без інокуляції та 13,5 шт. відносно абсолютного контролю. Відмічено незначне зниження числа бульбочок відносно контролю на 3,4-3,6 шт., у варіантах де застосовували карбамід.

Отже, варіант досліду з комплексним застосуванням добрив забезпечив формування найбільшої кількості бульбочок 52,7 шт., що вище від контролю на 13,5 шт., або 34,4 %. Ці дані підтверджують, що інокуляція є ключовим фактором для стимулювання утворення бульбочок, а комплексне підживлення допомагає досягти максимального ефекту.

3.2.5. Вплив інокуляції та підживлення посівів на показники структури врожаю сої

Азотні добрива мають значний вплив на елементи структури врожаю, оскільки азот є ключовим елементом для росту і розвитку рослин. Він є основою білків і хлорофілу, тому його достатня кількість стимулює інтенсивний ріст вегетативної маси, включаючи збільшення площі листя і висоти рослин. Це, своєю чергою, підвищує ефективність фотосинтезу, що сприяє утворенню більшої кількості поживних речовин. Такий вплив азоту може позитивно позначитися на елементах структури врожаю: збільшенні кількості бобів на рослині, їхньому розмірі, а також кількості та масі насіння в бобах. Однак, слід пам'ятати, що надмірне застосування азотних добрив, особливо для бобових культур, може призвести до надмірного нарощування вегетативної маси, що в кінцевому підсумку може знизити врожайність.

Фосфорні та калійні добрива суттєво впливають на кількість і масу насіння, хоча й опосередковано. Фосфор є ключовим для розвитку кореневої системи та енергетичного обміну, що забезпечує формування більшої кількості якісних зав'язків. Калій, у свою чергу, підвищує стійкість рослин до стресу, регулює транспорт поживних речовин і сприяє наливанню насіння. Завдяки їх спільній дії насіння стає більш виповненим і важким. Таким чином, ці добрива є критично важливими для формування високої

врожайності, оскільки безпосередньо впливають на якісні характеристики насіння.

Інокуляція значно підвищує елементи продуктивності сої, оскільки сприяє утворенню бульбочок, які фіксують азот з повітря. Це забезпечує рослини основним елементом живлення, що позитивно позначається на формуванні більшої кількості бобів та насіння. Як наслідок, маса 1000 насінин зростає, оскільки рослини мають достатньо азоту для повноцінного наливання зерна. Таким чином, інокуляція є ключовим фактором для оптимізації елементів структури врожаю та підвищення його якісних показників [6, 17, 21, 25].

Встановлено, що застосування інокуляції та підживлення значно збільшує кількість бобів і насіння на одній рослині сої в порівнянні з контрольним варіантом. Найбільший показник кількості бобів (18,5 шт.) і насіння (38,4 шт.) у 2024 році та бобів (33,5 шт.) і насіння (63,9 шт.) у 2025 році був зафіксований при комплексному застосуванні добрив (додаток А).

За даними таблиці 3.11, найбільша середня кількість бобів на рослину (26,0 шт.) була досягнута при поєднанні інокуляції та підживлення карбамідом і Авангард Фосфіт К. Цей показник перевищував контроль (без інокуляції та добрив) на 5,7 бобів, що становить 28,1 %. Застосування лише карбаміду без інокуляції також дало позитивний ефект, збільшивши кількість бобів на 3,3 шт. (до 23,6 шт.). Інокуляція Нітрогеном навіть без підживлення (22,0 шт.) виявилася ефективнішою за абсолютний контроль, що підкреслює її важливу роль у формуванні репродуктивних органів сої.

Аналогічна тенденція спостерігається і щодо кількості насіння. Максимальний середній показник (51,2 шт. на рослину) був отриманий у тому ж варіанті, що й для бобів. Це на 10,8 шт. більше, ніж у абсолютному контролі, що становить 26,7 %. Внесення лише карбаміду збільшило кількість насіння на 7,1 шт., а застосування тільки інокуляції Нітрогеном - на 4,7 шт. Ці дані свідчать про те, що комплексний підхід, який включає

інокуляцію та підживлення, є найбільш ефективним для підвищення продуктивності сої.

Таблиця 3.11

Кількість бобів і насіння сої залежно від інокуляції та підживлення посівів (2024-2025 рр.), шт.

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	Кількість бобів, шт.	± до контролю	Кількість насіння, шт.	± до контролю
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	20,3	–	40,4	–
	Карбамід	23,6	+3,3	47,5	+7,1
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	24,5	+4,2	49,3	+8,9
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	22,0	–	45,1	–
	Карбамід	24,4	+2,4	49,1	+4,0
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	26,0	+4,0	51,2	+6,1

Аналіз даних таблиці 3.12 показує, що інокуляція насіння та підживлення посівів мають значний позитивний вплив на масу насіння. Найбільша середня маса насіння 3,80 г була зафіксована у варіанті з комплексним застосуванням інокуляції та підживлення карбамідом і Авангард Фосфіт К. Виявлено, що це на 0,35 г більше, ніж в абсолютному контролі без будь-якої обробки і становить 10,1 %. У варіантах з підживлення посівів добривами показник збільшувався на фоні інокуляції на 0,31-0,34 г, без інокуляції – на 0,21-0,29 г. Ці дані підтверджують ефективність комплексного підходу для нарощування маси насіння.

Таблиця 3.12

Маса насіння сої залежно від інокуляції та підживлення посівів
(2024-2025 рр.), г

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	Маса насіння, г	± до контролю	Маса 1000 насінин, г	± до контролю
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	3,45	–	139,8	–
	Карбамід	3,66	+0,21	140,6	+0,8
	Карбамід + Авангард Фосфіт	3,74	+0,29	143,3	+3,5
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	3,46	–	141,2	–
	Карбамід	3,77	+0,31	144,8	+3,6
	Карбамід + Авангард Фосфіт	3,80	+0,34	145,8	+4,6

Щодо маси 1000 насінин, то тут також спостерігається певна закономірність, найбільший показник (145,8 г) був досягнутий при комбінованій обробці інокулянтном та підживленні посівів, де отримано показник на 4,6 г більше, ніж в контрольному варіанті без підживлення та на 6,0 г, ніж у абсолютному контролі. У варіанті, де додатково застосували Авангард Фосфіт К показник збільшився до 143,3 г, приріст склав 3,5 г. Загалом, інокуляція та підживлення є ключовими для покращення якісних показників насіння.

Отже, комплексний аналіз наведених даних чітко показує, що застосування інокуляції насіння та підживлення посівів є ключовим фактором для підвищення врожайності сої. Усі варіанти, де використовували інокуляцію та добрива, демонструють значне збільшення кількісних показників продуктивності. Зокрема, максимальна кількість бобів (26,0 шт.),

насіння (51,2 шт.), а також найбільша маса насіння (3,8 г) та маса 1000 насінин (145,8 г) були зафіксовані при поєднанні інокуляції Нітрогеном та підживлення карбамідом і Авангард Фосфіт К. Це підтверджує синергетичний ефект від комплексного підходу, коли бульбочкові бактерії забезпечують рослини біологічним азотом, а підживлення компенсує дефіцит необхідних елементів, що у підсумку дозволяє отримати максимальний результат.

3.2.6. Урожайність сої залежно від інокуляції та підживлення посівів

Застосування карбаміду (сечовини) є ефективним засобом підвищення врожайності сої, оскільки це добриво стимулює ріст вегетативної маси та, як наслідок, активізує фотосинтез. Дослідження показують, що внесення карбаміду може збільшити кількість бобів і насіння на рослині, що безпосередньо впливає на врожайність. Особливо ефективним є позакореневе підживлення у фази інтенсивного росту, формування бобів та наливу насіння.

Інокуляція має вирішальне значення для підвищення врожайності сої, оскільки вона забезпечує рослину основним джерелом азоту. Обробка насіння спеціальними бактеріями, які фіксують атмосферний азот, стимулює утворення ефективних корневих бульбочок. Ці бактерії перетворюють азот із повітря у доступну для рослин форму, забезпечуючи їх повноцінним живленням протягом усього вегетаційного періоду. Це сприяє інтенсивному розвитку рослини, формуванню більшої кількості бобів і насіння, а також підвищенню їх маси. Як наслідок, урожайність сої може збільшуватися на 10-30%, особливо на тих полях, де культура вирощується вперше або після тривалої перерви [11, 15].

Урожайні дані свідчать, що у 2024 р. застосування карбаміду і Авангард Фосфіт сприяло істотному збільшенню врожаю на 1,0 ц/га (НІР₀₅ по фактору В = 0,8), на фоні інокуляції прибавка була 1,1 ц/га (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Урожайність сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, ц/га

Інокуляція насіння – фактор А	Підживлення посівів – фактор В	2024 р.	2025 р.	середнє	± до контролю
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	9,5	19,8	14,7	–
	Карбамід	10,1	21,4	15,8	+1,1
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	10,5	22,6	16,6	+1,9
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	10,1	22,1	16,1	–
	Карбамід	10,7	23,9	17,3	+1,2
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	11,2	24,7	18,0	+1,9
НІР05 по фактору А		0,6	0,8		
НІР05 по фактору В		0,8	1,0		
НІР05 по фактору АВ		1,1	1,4		

У 2025 році підживлення посівів як карбамідом окремо так і сумісно з Авангард Фосфіт сприяло достовірному приросту врожаю, де прибавка була 1,6-2,8 ц/га (НІР₀₅ по фактору В = 1,0), на фоні інокуляції Нітрогеном – на 1,8-2,6 ц/га.

Таким чином, дослідження демонструють ефективність як інокуляції насіння, так і підживлення посівів. Максимальна врожайність – 18,0 ц/га – була досягнута у варіанті, де застосовувався комплексний підхід інокуляції Нітрогеном разом із підживленням карбамідом та Авангард Фосфіт К. Це на 3,3 ц/га (або на 22,4%) більше, ніж у абсолютному контролі. Інокуляція насіння Нітрогеном забезпечила врожайність 16,1 ц/га, та прибавку 1,4 ц/га. Підживлення посівів добривами збільшувало врожайність на 1,1-1,9 ц/га. Ці дані підтверджують, що інокуляція є важливим фактором підвищення врожайності, а її поєднання з підживленням дозволяє отримати максимальний результат.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДЖИВЛЕННЯ ПОСІВІВ СОЇ

На тлі сучасних реалій агропромислового комплексу, які визначаються постійним підвищенням вартості ресурсів та одночасним зниженням окупності інвестицій у виробництво, кардинально змінюється підхід до оцінки ефективності. В цих обставинах ключовим завданням стає не лише досягнення масштабного нарощування обсягів сільськогосподарської продукції через підвищення її врожайності, але й критичне зниження собівартості кожної одиниці виробленого товару. У контексті вирішення цих економічних проблем значна роль відводиться культурі сої, оскільки розвиток її виробництва в Україні демонструє високу динаміку зростання.

В умовах ринкової економіки ключовим пріоритетом стає об'єктивна оцінка економічної ефективності застосовуваних агротехнічних заходів. Така оцінка дозволяє, використовуючи вартісні індикатори, ідентифікувати та обґрунтувати найбільш рентабельні та фінансово виправдані елементи у загальній технологічній карті вирощування сільськогосподарських культур.

На основі систематизації та зіставлення всіх вартісних індикаторів, а також аналізу співвідношення між валовим виходом продукції та обсягом понесених виробничих ресурсів, формулюється комплексне судження про реальний рівень економічної ефективності застосованих технологій, що є основою для стратегічних управлінських рішень [31, 32].

Висока економічна ефективність підживлення сої карбамідом досягається тоді, коли його застосування є коригуючим заходом і спрямоване на ліквідацію гострого дефіциту азоту у критичні фази розвитку, особливо якщо природна азотфіксація не спрацювала через несприятливі фактори. У таких випадках незначні витрати на позакореневе внесення карбаміду забезпечують швидку реакцію рослин та суттєвий приріст урожаю, який багаторазово перекидає вартість добрива та обробки, підвищуючи кінцеву рентабельність посіву (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сої залежно від підживлення посівів

Показники	Контроль (без інокуляції)			Нітроген		
	Контроль (без інокуляції)	Карбамід	Карбамід + Авангард Фосфіт	Контроль (без інокуляції)	Карбамід	Карбамід + Авангард Фосфіт
Урожайність, ц/га	14,7	15,8	16,6	16,1	17,3	18,0
Вартість врожаю з 1 га, грн.	27 930	30 020	31 540	30 590	32 870	34 200
Витрати з 1 га, грн.	16857,5	17119,6	17332,2	16941,6	17130,1	17416,3
Вартість добрив, грн./га	-	140,0	382,0	59,4	199,4	441,4
Умовно чистий дохід з 1 га, грн.	11072,5	12900,4	14207,8	13648,4	15739,9	16783,7
Собівартість 1 т зерна, грн.	11582,4	10943,6	10545,5	10628,0	10000,8	9772,5
Рівень рентабельності, %	64,0	73,6	80,2	78,8	90,0	94,4

Представлені дані ілюструють комплексний вплив схем живлення та інокуляції на економічні показники вирощування сої, демонструючи значну перевагу інтенсивних технологій над контролем. Аналіз ключових показників засвідчує пряму залежність економічної ефективності від рівня агротехнічних заходів.

Мінімальні економічні результати зафіксовано на контролі (без інокуляції): найменший умовно чистий дохід (11072,5 грн./га), найвища собівартість зерна (11582,4 грн./т) та найнижча рентабельність (64,0 %). Це підкреслює, що відмова від технологічних елементів веде до неефективного використання ресурсів і зниження прибутковості.

Найвищі витрати на добрива (441,4 грн./га) спостерігаються у найбільш ефективному варіанті (Карбамід + Авангард Фосфіт на фоні Нітроген), що свідчить про використання комплексної та, відповідно, дорожчої схеми живлення. В той же час тут отримано максимальний умовно чистий дохід - 16783,7 грн./га. Зменшення собівартості на 1809,9 грн./т порівняно з контролем свідчить про високу економічну ефективність застосованої технології.

Варто відзначити, що інокуляція Нітроген значно підвищує рентабельність (з 64,0% до 78,8%), демонструючи свою високу ефективність навіть без додаткових добрив.

Отже, найкращі економічні показники досягнуті у варіанті із застосуванням Нітроген + Карбамід + Авангард Фосфіт. Вищі витрати на добрива (441,4 грн/га) виявилися економічно виправданими завдяки зростанню врожайності. Комплексна схема забезпечила максимальний умовно чистий дохід (16783,7 грн./га), мінімальну собівартість (9772,5 грн./т) та найвищий рівень рентабельності (94,4%). Це свідчить про те, що інокуляція у поєднанні з листовим підживленням є найбільш доцільною стратегією для максимізації прибутку в умовах дослідів.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ

5.1. Структура та функціонування служби охорони праці у підприємствах агропромислового комплексу

Агропромисловий комплекс (АПК) є ключовим сектором економіки Кіровоградщини, але водночас однією з найбільш травмонебезпечних сфер діяльності. Сезонний характер сільськогосподарських робіт зумовлює пік виробничого травматизму під час весняно-польових кампаній та збору врожаю. Це пов'язано з необхідністю виконання великого обсягу різнопланових завдань із залученням різної техніки та технологій. Додатковим фактором ризику є часте проведення значної частини робіт у вечірній та нічний час, що призводить до зростання втоми працівників та зниження концентрації уваги [33].

На тлі значних ризиків, характерних для агропромислового комплексу, пов'язаних як із високою ймовірністю виробничого травматизму, так і з необхідністю роботи з різноманітними пестицидами та агрохімікатами, ключового значення набуває організація ефективної системи охорони праці. Ця система є всеосяжним комплексом, який об'єднує правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи, єдиною метою яких є збереження здоров'я, життя та працездатності працівників під час виконання ними професійних обов'язків. Таким чином, належна реалізація політики ОП в АПК є не просто нормативною вимогою, а критичною умовою забезпечення стабільної роботи підприємств, зниження економічних втрат від нещасних випадків та формування стійкої культури безпеки праці.

Базовим нормативно-правовим актом, що визначає єдиний порядок організації та функціонування системи охорони праці в Україні на всіх підприємствах, в установах та організаціях, є Закон України «Про охорону

праці». Цей Закон не лише закріплює основні вимоги щодо безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в процесі трудової діяльності, але й детально регулює відносини між роботодавцем і найманими працівниками. Він встановлює їхні права, обов'язки та відповідальність у сфері ОП, закладаючи правові, соціально-економічні та організаційно-технічні основи для збереження життя, здоров'я та працездатності людини у виробничому процесі, що є гарантією конституційного права громадян на безпечні й здорові умови праці.

Професії у сільськогосподарській сфері, зокрема механізатор, комбайнер, тракторист та водій, традиційно відносяться до найбільш травмонебезпечних, що зумовлено низкою ключових факторів. Основні причини травмувань охоплюють порушення трудової та виробничої дисципліни, недостатній рівень компетентності працівників щодо безпечних методів роботи та обслуговування техніки, а також недотримання правил дорожнього руху та експлуатації сільськогосподарського обладнання. Крім того, значний внесок у статистику нещасних випадків роблять інтенсивність сезонних робіт, що спричиняє перевтому, а також використання застарілої або несправної техніки. Усі ці чинники комплексно вимагають від керівництва агропідприємств постійного посилення контролю, якісного інструктажу та впровадження ефективних заходів із запобігання ризикам.

5.2. Техніка безпеки при підживленні посівів добривами

Сучасні тенденції в рослинництві вимагають інтенсифікації аграрного виробництва для підвищення якісних та кількісних показників урожайності. Це спричинило широке впровадження різних хімічних речовин, зокрема регуляторів росту, мінеральних добрив, пестицидів та знешкоджувальних препаратів. Хоча їхнє застосування дозволяє стабільно отримувати високі врожаї, усі ці агрохімікати, у різній мірі, становлять потенційну небезпеку як для екологічної системи, так і для здоров'я людини, що безпосередньо

контактує з ними.

Принципи використання гербіцидів та агрохімікатів повинні ґрунтуватися на пріоритеті екологічної безпеки та збереження здоров'я й життя працівників над потенційним економічним зиском. Це вимагає безумовного дотримання чинного законодавства у сфері обігу та застосування агрохімії. Всі роботи із внесення цих препаратів мають виконуватися суворо відповідно до встановлених державних стандартів, санітарних правил та гігієнічних норм, мінімізуючи негативний вплив на довкілля та персонал.

Інтенсивна хімізація сільського господарства, крім прямого негативного впливу на здоров'я працівників, спричинила відчутні наслідки у вигляді кумулятивного хімічного забруднення ґрунтів. Це відбувається внаслідок тривалого та часто неконтрольованого внесення мінеральних добрив та різних пестицидів, коли відсутні належні розрахунки і не враховуються екологічні, ґрунтознавчі та гідрогеологічні закони. Накопичення шкідливих речовин призводить до погіршення біологічної активності ґрунтів, руйнування їхньої мікрофлори та зміни фізико-хімічних властивостей (наприклад, закислення), а також створює ризик міграції забруднювачів у ґрунті та поверхневі води. Отже, нераціональна агрохімія становить пряму загрозу для стійкості агроєкосистем та майбутньої продовольчої безпеки.

Роботи з внесення мінеральних чи органічних добрив вимагають суворого дотримання правил охорони праці, оскільки ці речовини можуть становити хімічну небезпеку для здоров'я працівників. До виконання таких робіт допускаються лише особи, які пройшли обов'язковий медичний огляд, спеціальне навчання та інструктаж з техніки безпеки. Ключовим моментом є забезпечення та обов'язкове використання повного комплексу засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Сюди входять спеціальний одяг (комбінезони), захисні рукавиці, респіратори або протигази для захисту органів дихання від пилу чи аерозолів, а також захисні окуляри для запобігання потраплянню

хімікатів на слизові оболонки. Особлива увага приділяється запобіганню контакту добрив зі шкірою та очами.

Ефективна та безпечна робота вимагає попередньої перевірки техніки та чіткого дотримання технологічного процесу. Вся сільськогосподарська техніка (розкидачі, сівалки, обприскувачі) має бути технічно справна, надійно закріплена та заземлена (якщо це передбачено конструкцією), а її робочі органи повинні мати захисні кожухи. Заправку машин добривами (особливо сипучими або рідкими концентрованими) слід проводити лише на спеціально обладнаних майданчиках за відсутності сторонніх осіб та при вимкненому двигуні. Під час руху та безпосереднього внесення добрив необхідно суворо дотримуватись безпечної швидкості та правил дорожнього руху при переїздах між полями. Категорично заборонено перебувати у зоні роботи механізмів та здійснювати ремонтні чи регулювальні роботи під час їхньої активної фази.

Організація безпечного зберігання та транспортування добрив є невід'ємною частиною системи охорони праці. Мінеральні добрива повинні зберігатися у сухих, добре вентильованих складських приміщеннях, відокремлено від пестицидів та продуктів харчування, з дотриманням правил пожежної безпеки. Транспортування необхідно здійснювати у закритій тарі або накритим тентом для запобігання розсіюванню. У випадку виникнення нештатної ситуації (розсип, розлив добрива, погіршення самопочуття працівника) слід негайно припинити роботу, повідомити керівника та, при необхідності, надати першу медичну допомогу. Місця розсипу чи розливу необхідно швидко ізолювати та дезактивувати згідно з інструкцією для запобігання забрудненню [34].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що застосування інокуляції насіння біопрепаратом Нітроген сприяло збільшенню польової схожості на 6,2-6,5 % по відношенню до абсолютного контролю. Інокуляція та підживлення посівів карбамідом і Авангард Фосфіт К забезпечили вищий показник збереженості рослин – 93,2 %, що більше за контроль на 5,3 %.

2. Комплексне застосування інокуляції насіння та підживлення посівів є ефективним способом збільшення біометричних показників сої. У варіанті сумісного застосування Нітрогену та підживлення посівів комплексом добрив (Карбамід + Авангард Фосфіт К) отримано найбільшу масу рослин – 52,2 г, площу листя – 995,5 см² та висоту рослин – 69,6 см, що переважає абсолютний контроль на 8,1-15,0 %.

3. Варіант досліду з комплексним застосуванням добрив забезпечив формування найбільшої кількості бульбочок – 52,7 шт., що вище від контролю на 13,5 шт., або 34,4 %. Ці дані підтверджують, що інокуляція є ключовим фактором для стимулювання утворення бульбочок, а комплексне підживлення допомагає досягти максимального ефекту.

4. Максимальна кількість бобів (26,0 шт.), насіння (51,2 шт.), а також найбільша маса насіння (3,8 г) та маса 1000 насінин (145,8 г) були зафіксовані при поєднанні інокуляції Нітрогеном та підживлення карбамідом і Авангард Фосфіт К.

5. Найбільша врожайність – 18,0 ц/га отримана у варіанті, де застосовувався комплексний підхід інокуляції Нітрогеном разом із підживленням карбамідом та Авангард Фосфіт К. Прибавка врожаю становила 3,3 ц/га, або 22,4 %.

6. Комплексна схема забезпечила максимальний умовно чистий дохід – 16783,7 грн./га, меншу собівартість зерна – 9772,5 грн./т та найвищий рівень рентабельності – 94,4 %.

Сільськогосподарським підприємствам Степу України рекомендується проводити комплексне підживлення посівів сої сорту Феєрія добривами (Карбамід та Авангард Фосфіт К) на фоні інокуляції насіння Нітрогеном, що забезпечує вищу врожайність 18,0 ц/га, прибавку врожаю 3,3 ц/га, умовно чистий дохід – 16783,7 грн./га та рентабельність – 94,4 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59–62.
2. Концеба С. М., Мельник Н. П. Світові тенденції виробництва і переробки насіння сої. Економіка АПК. 2012. № 12. С. 131–135.
3. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. Таврійський Вісник, Херсон, 2018. С.77–83.
4. Чехова І. В. Світовий ринок олійних культур і місце України в ньому. Вісник аграрної науки. 2017. № 9. С. 71–77.
5. Чернишенко П. В. Характеристика сортів сої за екологічною пластичністю урожайності та якості насіння в умовах Східного Лісостепу України. Таврійський науковий вісник. 2014. Вип. 87. С. 98–105.
6. Конончук О. Б., Пида С. В. Вплив регуляторів росту рослин Регоплан і Стимпо на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної. Фізіологія рослин та генетика. 2018. Т 50, № 1 С. 59–64.
7. Пелех Л. В. Вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сої в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство та лісівництво. 2021. Вип. 2 (21). С. 109–119.
8. Харченко О. В., Прасол В. І., Ільченко О. В. Агроекономічне та екологічне обґрунтування рівня живлення сільськогосподарських культур. Навчальний посібник. К. : Університетська книга, 2017. 126 с.
9. Романько А. Ю. Формування продуктивності сої залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України: дис. ... дра філософії за спец. 201 «Агрономія» / Сумський національний аграрний університет. Суми, 2021. 261 с.
10. Тимошенко І. І., Майщук З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів : ЛДАУ, 2004. 111 с.

11. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. Дослідна справа в агрономії : навч. посібник. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Х. : Майдан, 2016. 316 с.

12. Гарбар Л. А., Довбаш Н. І., Венгер В. В. Формування продуктивності сої за впливу дії інокуляції, удобрення, стимуляторів росту. URL : <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/280/318>

13. Шепілова Т.П., Петренко Д.І., Лещенко С.М., Скриннік І.О., Артеменко Д.Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. №1. С.37-42.

14. Василенко М. Г. Агроекологічне обґрунтування застосування нових вітчизняних добрив і регуляторів росту в агроекосистемах Лісостепу і Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: 03.00.16. К., 2015. 50 с.

15. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2017. № 2 (33). С. 120–123.

16. Підлісний Р.М. Продуктивність сої залежно від позакореневого підживлення. Вісник Полтавського державного аграрного університету. 2020. С. 107-109. URL : <https://dspace.pdau.edu.ua/server/api/core/bitstreams/46d0f698-4c3e-4de7-aadd-1af521d3ec92/content>

17. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. № 3. С. 25–32.

18. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування : монографія Черенков А. В. та ін. Дніпропетровськ : Акцент, 2014. 109 с.

19. Крижанівський М. В., Бахмат О. М. Продуктивність сої залежно від застосування органічних добрив, інокуляції насіння та регуляторів росту рослин. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2022. № 37. С. 26–31.

20. Авраменко С., Манько К., Шелякін В., Бобров О. Удобрення сої: нові підходи. Пропозиція. 2016. № 4. С. 66–68.

21. Джемесюк О. В., Новицька Н. В., Свистунова І. В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. № 2 (50), Т. 1. 2015. С. 207–212.

22. Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакореневих підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 130. С. 50–56.

23. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Формування продуктивності сортів сої під впливом інокуляції в умовах Степу України. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2019. № 28. С. 97-108. URL: https://bulletin.imk.zp.ua/pdf/2019/28/Vozhehova_28.pdf

24. Григор'єва О. М., Дімова С. Б., Алмаєва Т. М. Ефективність біопрепаратів у технології вирощування сої на чорноземі звичайному важкосуглинковому Правобережного Степу України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2019. № 29. С. 46-55. URL: <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/60>

25. Шепілова Т. П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої. Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. № 13. С. 117-123. URL: <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/262>

26. Hacisalihoglu G., Hartwig E. E., Delouche J. C. Foliar fertilization of soybean with urea. Journal of Plant Nutrition. 2004. Vol. 27, Issue 1. P. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1081/PLN-120027692>

27. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.

28. Сорт сої Феєрія. Опис, характеристика та урожайність. URL: <https://isgs-naan.com.ua/feeriia>

29. Інокулянт Нітроген. URL: <https://himagro.com.ua/product/biopreparati/nitrogen-t>

30. Добриво Авангард Фосфіт К. Характеристика. URL: <https://agroplant.com.ua/avangard-fosfit-k>
31. Збарський В. К., Мацибора В. І., Чалий А. А. та ін. Економіка сільського господарства. навч. посіб. 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Каравела, 2012. 312 с.
32. Андрійчук В. Г. Економіка аграрного підприємства: навч.-метод. посібник для самостійного вивч. дисц. К.: КНЕУ, 2000. 356 с.
33. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацірінний В. В. та ін. Основи охорони праці : підручник 2-ге видання. К. : Основа, 2006. 448 с.
34. Голінько В. І. Основи охорони праці: підручник. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. 2-ге вид. Дніпропетровськ : НГУ, 2014. 271 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Кількість бобів і насіння сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, шт.

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	Кількість бобів, шт.		Кількість насіння, шт.	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	14,8	25,7	28,9	51,8
	Карбамід	16,9	30,2	34,5	60,5
	Карбамід + Авангард Фосфіт	17,2	31,8	35,7	62,8
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	16,1	27,8	32,8	57,3
	Карбамід	17,9	30,9	36,7	61,5
	Карбамід + Авангард Фосфіт	18,5	33,5	38,4	63,9

Додаток Б

Маса насіння сої залежно від інокуляції та підживлення посівів, г

Інокуляція насіння	Підживлення посівів	Маса насіння, г		Маса 1000 насінин, г	
		2024 р.	2025 р.	2024 р.	2025 р.
Контроль (без інокуляції)	Контроль (без добрив)	2,46	4,43	131,2	148,3
	Карбамід	2,57	4,75	131,5	149,7
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	2,59	4,88	136,0	150,6
Нітроген (200 г/га)	Контроль (без добрив)	2,43	4,49	132,3	150,1
	Карбамід	2,58	4,95	135,7	153,8
	Карбамід + Авангард Фосфіт К	2,61	4,99	136,4	155,1

Додаток В

Дисперсійний аналіз урожайності 2024 р.

La	Lb	P	N	K		
2	3	3	18	1936,494		
Варіанти		P			Сума	Середнє
La	Lb	I	II	III	до контролю	
1	1	8,2	9,7	10,5	28	9,47
	2	9,3	9,9	11,2	30	10,13
	3	9,5	10,9	11,2	32	10,53
2	1	8,9	11,1	10,4	30	10,13
	2	10,8	10,9	10,5	32	10,73
	3	10,9	11,5	11,3	34	11,23
	Сума	57,6	64,0	65,1	186,7	10,4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	14,6	17		
Повторень	Sp	5,5	2		
Варіантів	Sv	5,5	5	1	3,06 2,29
Фактору А	Ca	1,9	1	2	5,4 4,07
Фактору В	Cb	3,6	2	2	4,95 3,11
Фактору АВ	Cab	0,0	2	0	0,01 3,11
Інші	Cz	3,6	10	0,359	

<i>НІР₀₅ заг.</i>	1,09	<i>фактору А</i>	0,63	<i>фактору В</i>	0,77
<i>Точність дослід, %</i>	3,34%			<i>t₀₅</i>	2,23

Додаток Г

Дисперсійний аналіз урожайності 2025 р.

La	Lb	P	N	K		
2	3	3	18	9036,161		
Варіанти	P				Сума	Середнє
La	Lb	I	II	III	до контролю	
1	1	18,2	20,4	20,9	60	19,83
	2	20,1	22,1	21,9	64	21,37
	3	21,3	22,5	23,9	68	22,57
2	1	21,8	21,6	22,9	66	22,10
	2	23,7	23,1	24,8	72	23,87
	3	24,8	23,4	25,9	74	24,70
Сума		129,9	133,1	140,3	403,3	22,4

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	61,2	17		
Повторень	Sp	9,5	2		
Варіантів	Sv	45,6	5	9	14,99 2,29
Фактору А	Ca	23,8	1	24	39,1 4,07
Фактору В	Cb	21,7	2	11	17,85 3,11
Фактору АВ	Cab	0,1	2	0	0,08 3,11
Інші	Cz	6,1	10	0,609	

<i>НІР₀₅ заг.</i>	1,42	<i>фактору А</i>	0,82	<i>фактору В</i>	1,01
<i>Точність дослід, %</i>	2,01%		<i>t₀₅</i>	2,23	