

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального
землеробства, к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__»_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

Продуктивність сої залежно від добрив в умовах Степу України

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ-23-М-2
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201«Агрономія»
_____ Михайло Лисогор
«__»_____ 2024 р.

Керівник, доцент, к.с.-г.н.
_____ Тамара Шепілова
«__»_____ 2024 р.

Рецензент
_____ Людмила Сачевська
«__»_____ 2024 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

“ ____ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лисогору Михайлу

1. Тема роботи Продуктивність сої залежно від добрив в умовах Степу України
2. Керівник роботи Шепілова Т.П., кандидат с.-г. наук, доцент затверджений наказом ЦНТУ «27» вересня 2024 року № 75-13
3. Строк подання роботи до захисту _____
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Встановити ефективність застосування мінеральних фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів мікродобривом для ранньостиглого сорту сої Етюд.
Завдання:
 - вивчити вплив добрив на польову схожість насіння та густоту стояння рослин;
 - визначити масу рослин, площу листової поверхні та симбіотичну активність сої залежно від дії добрив;
 - встановити вплив добрив на формування елементів структури врожаю;

– визначити урожайність та економічну ефективність вирощування сої залежно від дії добрив.

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	14.10.2024 р.	
2.	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень	21.10.2024 р.	
3.	Розділ 3. Спеціальна частина	15.11.2024 р.	
4.	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень	21.11.2024 р.	
5.	Висновки, список літератури, вступ	27.11.2024 р.	

Дата видачі завдання
«__» _____ 2024 р.

Підпис керівника
_____ Тамара Шепілова

Завдання прийнято до виконання
«__» _____ 2024 р.

Підпис здобувача
_____ Михайло Лисогор

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ (Огляд літератури).....	
1.1. Значення та біологічні особливості сої.....	
1.2. Значення удобрення 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. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОБРИВ.....	
3.1. Методика наукових досліджень.....	
3.2. Розвиток рослин сої залежно від застосування добрив.....	
3.2.1. Вплив добрив та погодних умов на період вегетації сої.....	
3.2.2. Польова схожість залежно від застосування добрив.....	
3.2.3. Вплив добрив на біометричні показники сої.....	
3.2.4. Площа листкової поверхні сої залежно від застосування добрив.....	
3.2.5. Вплив добрив на симбіотичну активність сої.....	
3.2.6. Вплив добрив на показники структури врожаю сої.....	
3.2.7. Урожайність насіння сої залежно від добрив.....	
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ.....	
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ.....	
5.1. Техніка безпеки при застосуванні добрив.....	
5.2. Охорона довкілля при застосуванні добрив.....	
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Актуальність теми. Соя це важлива культура в Україні, що займає значні площі та обсяги виробництва. У виробничих умовах урожайність сої часто невисока, що пояснюється різними причинами, зокрема недостатнім застосуванням мінеральних добрив та підживлення посівів, все це унеможливорює використання продуктивного потенціалу сучасних сортів.

Відомо, що ефективність застосування добрив залежить від доз та строків внесення, типу ґрунту, групи стиглості сорту, ґрунтово-кліматичних умов і вимагає детального дослідження. Сумісне застосування в технології вирощування сої мінеральних фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів мікродобривами забезпечує покращення розвитку кореневої системи, підвищує активність фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту, збільшує кількість бульбочок, площу листової поверхні та більш повну реалізацію потенційної продуктивності сучасних сортів сої інтенсивного типу.

Тому, вивчення впливу добрив на ріст і 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 застосування мінеральних фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів мікродобривом для ранньостиглого сорту сої Етюд.

Для реалізації цієї мети необхідно було вирішити такі завдання:

- вивчити вплив добрив на польову схожість насіння та густоту стояння рослин;
- визначити масу рослин, площу листової поверхні та симбіотичну активність сої залежно від дії добрив;

– встановити вплив добрив на формування елементів структури врожаю;

– визначити урожайність та економічну ефективність вирощування сої залежно від дії добрив.

Об'єкт досліджень – особливості росту і розвитку, формування продуктивності сої залежно від застосування добрив.

Предмет досліджень – сорт сої Етюд.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше в умовах Степу України для ранньостиглого сорту сої Етюд досліджено ефективність застосування різних доз фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів мікродобривом Ярило. 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 сумісне застосування мінеральних добрив в підвищеній дозі (РК₄₀) та підживлення посівів добривом Ярило, що сприяло отриманню найбільшої врожайності 14,9 ц/га, та прибавки врожаю 1,7 ц/га (12,9%).

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 III Міжнародній науково-практичній конференції

«Сучасні технології агропромислового виробництва» ЦНТУ, 14-15 листопада 2024 року.

Публікації. Результати досліджень опубліковані у матеріалах III Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології агропромислового виробництва», на тему: «Продуктивність сої залежно від добрив в умовах Степу України» (м. Кропивницький: ЦНТУ, 2024 р.).

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ДОБРІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОЇ (Огляд літератури)

1.1. Значення та біологічні особливості сої

Соя займає вагоме місце в посівній структурі господарств всіх категорій. Загальна площа посіву сої у 2023 році становила 1,8 млн га, у 2024 році – 2,6 млн га. Тенденція до розширення посівних площ відмічається останні десятиріччя [1, 2].

Для вирощування сої підходить помірно-континентальний клімат, а також тропічні регіони. В Україні сою культивують у всіх природно-кліматичних зонах. Оптимальною зоною для виробництва сої є зона Лісостепу [3, 4].

На протязі вегетаційного періоду сої потрібно близько 520-660 мм води. Водний стрес найбільш небезпечний на середніх та пізніх етапах розвитку культури.

Оптимальна температура для росту посівів в межах від 22°C до 33°C. За нижчих показників розвиток уповільнюється. Приморозки весняні чи осінні завдають шкоди, тому при вирощуванні в прохолодних регіонах застосовують скоростиглі сорти, що досягають до настання холодів [3, 5].

Для вирощування сої потрібно достатня кількість води, тепла і світла. На ранніх етапах вегетації розвиток сої погіршують заморозки, підтоплення, шкідники та хвороби. Важливо правильно встановити строки посіву, відстежувати стан рослин та вчасно збирати врожай.

Продуктивність сої обумовлена типом ґрунтів. Найкращий ґрунт – добре дренований, з достатньою кількістю органічних речовин, з кислотністю від 6,0 до 7,5 рН. Засолені ґрунти погіршують схожість насіння. Кислий ґрунт з рН 4,5 є токсичний для сої через значний вміст марганцю та алюмінію. Лужні ґрунти з рН 8 і більше не містять достатньої кількості мікроелементів, зокрема цинку та заліза [2, 6, 7].

Не рекомендується вирощувати сою на полях з високим вмістом гравію й піску, вони погано утримують вологу. Підтоплення може призвести до загибелі врожаю культури [8, 9].

Для сої кращим попередником є озимі й ярі зернові культури. Добрими вважаються – кукурудза, цукрові буряки, картопля. Можна сіяти сою на тому ж полі протягом кількох років. Не рекомендується сіяти сою після хрестоцвітних культур та соняшнику, що мають хвороби склеротініоз тощо. Соя є прекрасним попередником для інших культур, залишає в ґрунті 70-100 кг/га біологічного азоту. Сівба кукурудзи після сої забезпечує прибавку врожаю 15% [4, 10].

При вирощуванні сої по сої на її коренях присутні бульбочки навіть без бактеризації. Але бактеріям притаманне поступове виродження. Проведення інокуляції сучасними високоселективними штамми бульбочкових бактерій забезпечує стійку прибавку врожайності на рівні 6-10 ц/га. При поверненні сої на поле протягом 3-4 років на попереднє місце, ефект від інокуляції зменшується. Проводити інокуляцію потрібно за умов монокультури, через нестабільність погодних умов, порушення симбіотичних зв'язків бактерій і рослин та кислотність ґрунтів [1, 11, 12].

У теплих регіонах сою сіють коли температура ґрунту досягає 15°C і вище. В умовах холоднішого клімату вирощування сої починають через 2-4 тижні з моменту останнього заморозку. Сівба сої у пізніший період викликає зниження висоти стебел, зменшення кількості бобів, зниження врожайності. Підвищується ушкодження бобів, коли посіви не дозріли до початку осінніх заморозків.

Для сої часто застосовують рядковий спосіб сівби через наявність сучасних точних сівалок. Рекомендована ширина міжрядь 15 см і більше. За умов густішого посіву сої, верхні яруси рослин можуть достатньо розростатися та діють як природний бар'єр від надмірного розвитку шкідників [9, 13].

Нормальною глибиною посіву сої вважається від 2 до 4-5 см. Якщо її збільшити то насіння може не зійти або вражається хворобами. Після сівби посіви бажано коткувати для поліпшення контакту з ґрунтом [14, 15].

1.2. Значення удобрення сої

Соя є специфічною культурою щодо живлення, адже споживає більше поживних речовин, ніж зернові культури.

Технологія удобрення сої залежить від умов вирощування. Під сою вносять мінеральні добрива восени або навесні (діамофоска, нітроамофоска, амофос, сульфоамофос, суперфосфат тощо). В азотному живленні критичним є період два тижні до та після цвітіння, у фосфорному – перший місяць від початку сходів. Значну прибавку врожаю можна отримати при внесенні під час сівби в рядки фосфорного добрива (суперфосфату) [16, 17].

Не потрібно забувати, що високі норми азотних добрив (30-45 кг д.р/га) повністю знищують симбіоз бобових з бульбочковими бактеріями.

Основна частина макроелементів надходить до рослини в період від бутонізації до формування бобів і наливу зерна – 80% азоту, 80% фосфору, 50% калію [15, 18].

Ряд досліджень свідчить, що симбіотична фіксація азоту сої є найбільш важливою для забезпечення цим елементом, адже цикл росту бульбочкових бактерій та активна азотфіксація співпадають з найбільшою потребою рослин в азоті. В той же час мінеральний та симбіотичний азот є антагоністами. Тому для початку під час сівби або під передпосівну культивуацію слід вносити 25-30 кг/га д. р. азоту. Цього достатньо, щоб забезпечити живлення рослин до появи першого трійчастого листка, коли сформуються активні бульбочки на коренях. Цей азот буде використовуватись мікробіотою ґрунту для розкладу рослинних решток попередніх культур. Для сої також потрібним заходом є внесення азотних добрив по вегетації, під час активного перерозподілу пластичних речовин на утворення врожаю. Застосовується

внесення добрив через листок, це може бути наприклад карбамід, або хелатні комплексні мікродобрива для позакореневого підживлення. Цей захід продовжує наростання і продуктивне функціонування листків сої та активність симбіотичного апарату [19].

Дефіцит мікроелементів викликає зниження врожайності, призводить до втрати якісних показників насіння. Ефективної азотфіксації можна досягти збалансованим живленням рослин сої мікроелементами бору, молібдену, кобальту, сірки, марганцю. Оптимальні строки використання молібдену та кобальту це початок гілкування, бору, міді і цинку - фаза цвітіння. Під час бутонізації та початку цвітіння рекомендується проводити позакореневе підживлення карбамідом в нормі 5-7 кг/га д.р. з витратою робочого розчину 250-300 л/га. Дефіцит азоту в цей час знижує стійкість рослин до посухи. Підживлення посівів карбамідом можна поєднати з внесенням бору для уникнення явища абортивності квіток і плодів [20, 21].

Сульфат калію для позакореневого підживлення застосовують для покращення якісних показників насіння, підвищення маси 1000 насінин в дозі 3-5 кг/га. Він містить сірку, що робить його цінним не лише для зернобобових культур.

За даними Львівського аграрного університету застосування фосфорних і калійних добрив має більший вплив на продуктивність, ніж азотні добрива. Урожайність сортів сої Устя та Легенда на фоні внесення $P_{90}K_{90}$ була найбільшою 3,0 та 2,8 т/га, що більше відносно контролю на 0,8 та 0,7 т/га. Застосування азотних добрив в нормі N_{30} підвищувало врожайність на 0,2 т/га, порівняно з внесенням лише фосфорно-калійних добрив. У варіантах, де вносили вищі норми азоту (N_{60} та N_{90}) врожайність сої не збільшувалась і лишалась на рівні застосування фосфорних і калійних добрив. Використання азотних добрив знижувало ефективність інокуляції насіння сої [22].

За результатами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечує незначну прибавку врожаю сої порівняно з варіантом

без внесення добрив, у сорту Білосніжка і Романтика на 3,1 ц/га, Аметист — на 1,8 ц/га, Мрія — на 2,1 ц/га [23].

За даними Інституту фізіології рослин внесення стартових норм азоту під сою є економічно недоцільним.

Розрахунок норм мінеральних добрив проводять залежно від вмісту в ґрунті поживних речовин. Фосфорні і калійні добрива (РК 45–60 кг/га) вносять під оранку. Азотні добрива застосовують рідко при належно проведеній інокуляції насіння. Стартову дозу азоту (N 20–30 кг/га) застосовують під культивацію на бідних ґрунтах, або після гірших попередників. Повну норму азоту (N 60–90 кг/га) використовують при неефективній роботі бульбочок [24].

Найважливіші мікроелементи для рослин сої це бор, молібден та кобальт. Бор потрібен на протязі всієї вегетації, забезпечує транспорт асимілянтів. При його нестачі страждають молоді рослини, хворіють і відмирають точки росту. Бор сприяє формуванню квіток і плодів, покращує надходження у рослини азоту. Його внесення доцільне як на кислих, так і лужних ґрунтах. Бор вносять при вмісті в ґрунті рухомих форм менше 0,2–0,7 мг/кг. Для обробки насіння використовують 100 г борної кислоти на 100 кг насіння, для обприскування посівів 250 г/га. Застосовують збалансовані сучасні мікродобрива, добре розчинні у воді [25, 26].

Молібден забезпечує активний ріст коренів, стимулює діяльність бульбочкових бактерій, підсилює синтез хлорофілу. Він нагромаджується переважно у молодих органах. Він входить до складу нітрогенази, що сприяє біологічній фіксації азоту. Покращує азотне живлення, підвищує ефективність фосфорних та калійних добрив. Приріст урожаю сої від молібденових добрив складає 2–3 ц/га. Ефективне й вигідне застосування молібдену під час обробки насіння. Для обробки насіння використовують молібденово-кислий амоній. При позакореновому живленні у фази бутонізації та цвітіння застосовують мікродобрива для бобових культур.

Висока ефективність молибдену при вмісті на чорноземах менше 0,15–0,30 мг [27].

Кобальт зосереджується у бульбочках сої. Він підвищує активність засвоєння азоту з повітря, сприяє розвитку бульбочок, скорочує період вегетації, збільшує урожайність сої. Кобальт вносять на чорноземах при вмісті менше 0,6–2,0 мг на 1 кг.

Потреба у мікродобривах збільшується при внесенні мінеральних добрив. На сьогодні існує низка якісних ефективних мікродобрив — вуксал, кристалон, нутривант, еколист, квантум, інтермаг тощо [23, 26].

Мікродобрива застосовують в різні строки. Їх наносять на насіння комплексно з бактеріальними добривами або протруйниками. Обробка насіння забезпечує ріст енергії проростання, польової схожості, посилює стійкість рослин до холоду, посухи тощо. Рослини мають розвинену кореневу систему, більшу наземну масу. Ефективним є внесення мікродобрив у фазі 3–5 листків, що забезпечує оптимальний розвиток як кореневої так і вегетативної маси рослин. Внесення їх у фази бутонізації та цвітіння посилює фотосинтез.

Під час формування бобів вносять мікродобрива за інтенсивною технологією. Це продовжує тривалість активного фотосинтезу, сприяє формуванню більш виповненого зерна з вищою якістю [20, 25].

У результаті досліджень з вивчення впливу добрив на показники структури врожайності сої сорту Устя встановлено, що у контролі без мінеральних добрив кількість бобів становила 14,0 шт., тоді як при збільшенні норм фосфорно-калійних добрив з $P_{30}K_{30}$ до $P_{90}K_{90}$ їх кількість збільшувалась до 15,4 шт., що більше за контроль на 1,4 шт. Найбільша кількість бобів була у варіанті $N_{90}P_{90}K_{90}$ + аміачна селітра (N_{45}) + карбамід (N_{45}) та $MgSO_4$ (5%) з Еколист Стандарт і складала 18,2 шт., що на 4,2 шт. більше за контроль. Між удобренням сої та кількістю бобів визначений прямий кореляційний зв'язок на рівні $r = 0,93$. Маса 1000 насінин є важливим показником структури врожаю. Найбільшим цей показник був, де

комплексно застосовували мінеральні добрива, карбамід, сульфат магнію та Еколист Стандарт і становила 160,3 г, що на 17,4 г вище за контроль. З підвищенням норм добрив зростала біологічна врожайність сої - 3,40 т/га, що вище контролю на 1,1 т/га. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{30}K_{30}$ і $P_{90}K_{90}$) забезпечило збільшення врожаю від 2,4 до 2,7 т/га, приріст дорівнював 0,3 та 0,6 т/га, або 12 та 26% відповідно.

При внесенні мінеральних добрив у нормах $N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ врожайність сої збільшувалась до 2,58 т/га та 2,61 т/га, що вище за контроль на 0,39-0,42 т/га, або 17,8-19,2%. Застосування мінеральних добрив $N_{90}P_{90}K_{90}$ + карбамід (N_{45}) забезпечило збільшення врожайності сорту Устя до 2,68 т/га, приріст становив 0,49 т/га (22,4%). Додаткове застосування сірчаних добрив (S_{30}) забезпечило підвищення врожаю до 2,74 т/га, що більше контролю на 0,55 т/га; при застосуванні сірки та магнію (Mg_{20}) врожайність збільшилась до 2,83 т/га, що на 0,61 т/га більше за контроль [28].

Вагомий вплив на врожайність мало застосування листового підживлення сірчаноокислим магнієм та мікродобривом Еколист Стандарт - 3,15 т/га, приріст дорівнював 0,96 т/га (43,8%).

Отже, важливо дослідити особливості удобрення сої та підживлення посівів в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційно-економічні умови господарства

Вивчення впливу мінеральних добрив та підживлення посівів мікродобривами на продуктивність сої проводили у 2023-2024 рр. на базі ФГ «Звездун». Господарство розташовується в с. Мар'ївка, Кропивницького району, Кіровоградської області. Слід відмітити його вигідне географічне положення. Відстань до м. Кропивницький складає 20 км, до смт. Компаніївка – 13 км.

Господарство займається рослинництвом та вирощує традиційні культури для північного Степу – соняшник, кукурудза, соя, озима пшениця.

Останні роки застосовують таку послідовність вирощування культур: озимий ріпак - озима пшениця - соя - кукурудза - соняшник. Чергування культур при складанні сівоzmіни є агрономічно обгрунтованим.

Земельна площа ФГ «Звездун» складає 305 га. У структурі посівних площ переважна частка ріллі віддана під вирощування технічних культур, зокрема кукурудзи і соняшнику, разом це складає 145 га (47,6%). Озимі культури представлені пшеницею та ріпаком озимим – 60 та 45 га. Соя займала 55 га, що становить 18% площ (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Посівні площі культур

Культура	Рілля	
	га	%
Соняшник	75	24,6
Кукурудза	70	23,0
Пшениця озима	60	19,7
Соя	55	18,0
Ріпак озимий	45	14,8

Врожайність культур господарства у 2023 році відповідала достатньому рівню для зони північного Степу (табл. 2.2). Найбільший валовий збір отримали при вирощуванні кукурудзи – 427 т. Врожайність озимої пшениці була 4,7 т/га, що забезпечило валовий збір – 282 т. Урожайність соняшнику була 2,4 т/га, а валовий збір – 180 т. Соя у 2023 році мала рівень врожайності 2,1 т/га та валовий збір 115 т. Найменший валовий збір на рівні 76 т отримали від ріпаку озимого.

Таблиця 2.2

Валовий збір та врожайність культур (2023 р.)

Культура	Урожайність, т/га	Валовий збір, т
Кукурудза	6,1	427
Пшениця озима	4,7	282
Соняшник	2,4	180
Соя	2,1	115
Ріпак озимий	1,7	76

ФГ «Звездун» на достатньому рівні забезпечено сільськогосподарськими знаряддями. Машинно-тракторний парк господарства включає: сівалки (СУПН-8, СЗФ-5400, СУ-8), плуги (Lemken VariOpal), борони (Lemken Rubin 9/600, ЛДФ-3,0 Caspar), культиватори (Green Razor 4,2 м, КПС-4, КРН-5,6 Деметра), розкидач добрив (DN 218), комбайн (John Deere S7 800), трактори (John Deere 8R 340, МТЗ-82, Т-150К). Отже, господарство має достатню оснащеність сільськогосподарською технікою для якісного обробітку ґрунту. Це дозволяє вчасно проводити технологічні операції з вирощування сільськогосподарських культур.

2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови господарства

Типовими ґрунтами на території землекористування фермерського господарства є чорнозем звичайний глибокий, середньогумусний. Цей ґрунт багатий калієм, фосфором, насичений основами, має нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Формувався він в умовах недостатнього атмосферного зволоження на карбонатному лесі.

Вміст гумусу в орному шарі становить 4,7%, азоту, що легко гідролізується – 11,5 мг/100 г ґрунту, фосфору – 14,2 мг/100 г ґрунту, калію – 13,9 мг/100 г ґрунту. Ступінь насичення основами 92%. Реакція ґрунтового розчину нейтральна – $pH_{\text{сол.}} = 7,0$. Сума ввібраних основ 37,8 мг-екв./100 г ґрунту. Гідролітична кислотність – 0,5 мг-екв. на 100 г абсолютно сухого ґрунту. За рельєфом в господарстві переважають рівнинні поля, але є поля зі схилами.

Клімат на території господарства помірно-континентальний. Він відрізняється спекою влітку та досить прохолодними зимовими температурами.

Влітку часто відбуваються шкідливі для рослинництва суховії. Зимовий період відзначається відлигами зі значним підвищенням температур до $+14^{\circ}\text{C}$. Глибина снігового покриву варіює в широких межах, від 3-9 см до 45 см максимально. Навесні досить часто спостерігаються заморозки. Бувають умови з інтенсивним підвищенням температур.

У зоні проведення досліджень лімітуючим фактором для успішної реалізації генетичних можливостей культур є наявність достатньої кількості опадів за період вегетації. Оскільки соя є досить вимогливою до забезпечення вологою культурою, особливо у критичні періоди, то часто рівень врожаю у зоні північного Степу буває недостатнім.

Гідротермічний коефіцієнт Селянінова змінюється в широких межах, в середньому становить 0,98. Середня багаторічна сума опадів складає за рік 499 мм. Ефективними є осінні та ранньовесняні опади. Протягом літа опади мають переважно зливовий характер. Абсолютний максимум температури складає +38°C, тоді як абсолютний мінімум -33°C. Середньорічна температура повітря +8°C.

Навесні в шарі ґрунту від 0 до 20 см запаси продуктивної вологи становлять в середньому 25-40 мм.

Температурні умови років досліджень суттєво відрізнялись від середньобагаторічних показників (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Температура повітря періоду вегетації сої (2023-2024 рр.), °C

Роки	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Середня багаторічна	8,9	15,3	18,6	20,0	19,4
2023 рік	9,6	15,8	19,7	21,7	23,3
2024 рік	14,4	16,1	22,7	26,3	24,2

Значні перевищення температури повітря були протягом 2024 року у квітні (+14,4 °C), червні (+22,7 °C), липні (+26,3 °C), серпні (+24,2 °C). У 2023 році найбільш спекотним виявився серпень (+23,3 °C), що викликало швидке досягання рослин пізніх ярих культур.

Відмічалась суттєва нестача опадів в роки проведення досліджень (табл. 2.4). У 2023 році нестача вологи була у липні і серпні – 36 та 31 мм, проти середніх показників 72 та 48 мм. Стійка нестача опадів у 2024 році відмічалась з травня по серпень, коли у липні під час цвітіння та утворення бобів сої випало лише 3 мм опадів проти норми 72 мм.

Таблиця 2.4

Кількість опадів протягом періоду вегетації сої (2023-2024 рр.), мм

Рік	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Середня багаторічна	36	45	66	72	48
2023 рік	70	48,7	73	36	30,6
2024 рік	53,0	6,0	16,8	3,1	12,0

Таким чином, погодні умови років досліджень не сприяли формуванню високої врожайності сої. Відсутність опадів протягом вегетації 2024 року викликала суттєве погіршення умов розвитку рослин, зменшення біометричних показників та елементів продуктивності.

РОЗДІЛ 3. ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОБРІВ

3.1. Методика наукових досліджень

Дослідження з вивчення ефективності застосування добрив проводилися згідно загальноприйнятих методик [29, 30].

Дослід закладався методом блоків, співвідношення факторів 3:2. Площа ділянок першого порядку складала 54 м², другого – 27 м². Повторність у досліді триразова. Схему досліду наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Схема досліду

Мінеральні добрива – ділянки першого порядку	Підживлення посівів – ділянки другого порядку
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки
	Ярило соя (2 л/га)
РК ₂₀	Контроль – без обробки
	Ярило соя (2 л/га)
РК ₄₀	Контроль – без обробки
	Ярило соя (2 л/га)

В досліді висівали ранньостиглий сорт сої Етюд. Оригінатор Інститут олійних культур НААН. Сорт у Реєстрі сортів рослин з 2018 року. Тривалість періоду вегетації 97-105 діб. Рекомендований для зони Степу та Лісостепу. Олійність сорту 23-25%, вміст білка 38-39%. Висота рослин 80-100 см, прикріплення нижніх бобів 12-15 см. Врожайність 1,5-2,5 т/га, маса 1000 насінин 125-160 г.

Сорт посухостійкий, добре реагує на зрошення, має стійкість проти вилягання та розтріскування бобів.

Сорт рано звільняє поле тому є добрим попередником для сільськогосподарських культур [31].

В досліді застосовували добриво Ярило соя. Це комплексне добриво зі збалансованим вмістом елементів живлення. Його застосування сприяє збільшенню врожайності та покращенню якісних показників насіння. Добриво сумісне з пестицидами, застосовується у системі підживлення і захисту культур.

Добриво рівномірно наноситься на листову поверхню та має стійкість до змивання опадами. Не фітотоксичне та безпечне для людей.

У складі містить (г/л): N заг. – 50, MgO – 34,5, SO₃ – 35,5, Fe – 10, Mn – 8, B – 4, Zn – 5, Cu – 2, Mo – 2, Co – 0,1. Застосовується у фазі 4-6 справжніх листків сої в нормі 2 л/га. Витрати робочої рідини 200-300 л/га. Виробник ТОВ «Ярило» Україна [32].

Агротехніка в досліді була загальноприйнята для зони Степу. Попередник – озима пшениця. Протягом осіннього періоду було проведено лущення стерні та оранка на глибину 20-22 см (плуг Lemken VariOpal).

Весняний обробіток ґрунту направлений на збереження вологості ґрунту, очищення поля від бур'янів, формування сприятливих умов проростання насіння. Включав раннє боронування з наступною культивацією (культиватор КПС-4) через декілька днів на глибину 5-6 см.

Мінеральні добрива PK₂₀ та PK₄₀ вносили розкидним способом під передпосівну культивацію рано навесні. В якості фосфорного добрива використовували суперфосфат (P₂O₅ – 19%) в дозі 105 та 210 кг/га фізичної маси; в якості калійного – калійно-магнієве добриво (K₂O – 28%) в дозі 71 та 142 кг/га фізичної маси.

Обробку посівів добривом Ярило проводили у фазі 4-6 справжніх листків сої. Препарат застосовували у рекомендованій нормі 2 л/га. Використовували для дослідних ділянок ранцевий обприскувач «SOLO 424», з розрахунку робочої рідини 250 л/га при температурі не вище 18 °C.

Сівбу проводили при настанні температури ґрунту на глибині заробки насіння 10-12 °С (сівалка СЗФ-5400). Сіяли з міжряддями 15 см і нормою висіву насіння 700 тис./га, глибина загортання насіння 5-6 см. Після сівби проводили коткування.

В досліді виконували обліки і спостереження:

1. Фенологічні спостереження проводили за загальноприйнятою методикою. Відмічали такі фази: сходи, бутонізація, цвітіння, формування бобів, налив насіння, повна стиглість. Проводили окомірно, початок фази фіксували при 10% рослин, повну фазу – 75 % рослин.

2. Облік густоти стояння рослин проводили безпосередньо на закріплених ділянках під час сходів і перед збиранням врожаю. Рахували рослини в двох рядках по 111 см.

Вживаність рослин за період вегетації визначали за формулою:

$$B = (z/c) * 100,$$

де B – виживання рослин, %;

z – кількість рослин перед збиранням, шт./м²;

c – кількість рослин після сходів, шт./м²;

3. Облік бульбочок на коренях рослин проводили у фазі цвітіння. Відбирали типові рослини на всіх варіантах досліді I та III повторень. Відділяли корені від ґрунту і визначали кількість бульбочок на одну рослину та одиницю площі.

4. Вимірювання висоти і маси рослин проводили на типових рослинах (20 рослин з кожної ділянки) I та III повторень у фазі цвітіння.

5. Визначення площі листя однієї рослини проводили методом «висічок», що включає виділення 60 висічок металевою трубкою діаметром 25 мм, вимірювання маси листової поверхні проби та маси висічок в лабораторних умовах. Розрахунок вели за формулою:

$$S = (M * S1 * n) / M1, \text{ де}$$

S – площа листків, см²,

S1 – площа однієї висічки, см²,

М – маса листків, г

М1 – маса висічок, г

n – число висічок, шт.

Визначення площі листової поверхні на 1 га проводили враховуючи густоту рослин після сходів за формулою :

$$\Pi = (S * \Gamma) / 1000,$$

Π – площа листя на 1 га, тис. м²;

S – площа листя однієї рослини, см²;

Γ – густота рослин, шт./м².

6. Аналіз елементів структури врожаю проводили на ділянках I та III повторень. Відбирали 2 зразки по 20 рослин під час повної стиглості. Визначали такі параметри: висота кріплення нижнього бобу; кількість бобів, насіння; маса насіння з рослини та одиниці площі.

7. Визначали масу 1000 насінин. Формували 2 зразки насіння по 500 шт., далі зважували, якщо різниця у вазі перевищувала 3% від середньоарифметичного, то брали третій зразок.

8. Облік урожайності проводили зважуванням насіння з облікової площі ділянок. Врожайні дані обробляли методом дисперсійного аналізу.

9. Економічну ефективність отриманих результатів досліджень залежно від застосування добрив проводили згідно методичних рекомендацій кафедри загального землеробства на основі прямих витрат і технологічних карт [33, 34].

10. Заходи з охорони праці та довкілля на основі рекомендацій М. М. Сакун, В. Ф. Нагорнюк та ін. [35, 36].

3.2. Розвиток рослин сої залежно від застосування добрив

3.2.1. Вплив добрив та погодних умов на період вегетації сої

Розвиток сої залежить від агрометеорологічних умов періоду вегетації, особливостей сортів та агротехнічних прийомів.

Відомо, що соя чутлива до зміни тривалості дня, що визначає особливості росту, можливість реалізації продуктивного потенціалу, обсяги вегетативної маси, площі листя, кореневої системи. Скорочення міжфазних періодів обмежує розвиток сої, скорочує фазу цвітіння та утворення насіння, ускладняється протікання наступних фаз, рослини не нарощують достатню висоту і число репродуктивних органів. Це не можливо компенсувати в майбутньому і виникають втрати врожаю. Від часу досягання рослин в кінці вегетації визначаються строки збирання, можливість вчасного обробітку ґрунту під строки сівби озимих культур, що важливо для зони Степу.

Фенологічні спостереження важливі для оцінки норм та строків застосування мінеральних добрив, впливу погодних умов на періодичність росту рослин, тривалість періоду вегетації сої.

Тривалість періоду сівба-сходи відображає вплив температурних та ґрунтових умов, при оптимальному забезпеченні скорочує цей період.

Сівба проводилась у оптимальні строки для північного Степу України, при температурі ґрунту 10-12 °С, що припало на 30 квітня. Міжфазний період сівба - сходи тривав у 2023 році 12 днів, у 2024 році – 13 днів. (табл. 3.2). Період сходи – бутонізація становив в роки досліджень 34 доби.

Цвітіння сої відмічалось 28 червня. Період бутонізація – цвітіння становив 12-13 днів.

Міжфазний період цвітіння – утворення бобів був 11-12 днів. Фаза утворення бобів відмічена 9-10 липня, налив насіння – 20-22 липня.

Тривалість міжфазного періоду налив насіння – повні стиглість становила у 2023 році 32 дні, у 2024 році – 31 день.

Таблиця 3.2

Результати фенологічних спостережень

Фенологічна фаза	Дата фази розвитку сої	Міжфазний період, діб	Дата фази розвитку сої	Міжфазний період, діб
	2023 р.		2024 р.	
сівба	30 квітня	—	30 квітня	—
сходи	12 травня	12	13 травня	13
бутонізація	15 червня	34	16 червня	34
цвітіння	28 червня	13	28 червня	12
утворення бобів	10 липня	12	9 липня	11
налив насіння	22 липня	12	20 липня	11
повна стиглість	23 серпня	32	20 серпня	31

Отже, тривалість періоду вегетації сої у 2023 році становила 103 дні, у 2024 році – 99 днів. Внаслідок тривалої посухи відмічено скорочення періоду вегетації у 2024 році на 4 дні. Застосування мінеральних добрив та підживлення посівів Ярило не мало впливу на протікання міжфазних періодів та вегетації в цілому.

3.2.2. Польова схожість залежно від застосування добрив

Оптимальний розвиток рослин можливий за достатнього живлення та вчасної сівби якісним насінням. Залежно від строків застосування та складу добрив відбувається формування оптимальної густоти рослин. Початок вегетації рослин сої є вирішальним, формується густота стояння, визначається подальший потенціал рівня врожаю. Втрати врожаю спричиняють як загущені так і розріджені посіви.

Добрива мають вплив на польову схожість насіння та виживаність рослин за вегетаційний період. Надмірне азотне живлення спричиняє погіршення азотфіксації, особливо у збільшених дозах. Надмірне азотне

підживлення рослин азотними добривами викликає переростання рослин, вегетативної маси, витягування їх у висоту. Формується велика надземна маса рослини, а кількість бобів не завжди збільшується пропорційно. Відомо, що застосування фосфорно-калійних добрив сприяє кращому живленню, розвитку кореневої системи, стійкості до зовнішніх умов, посиленню азотфіксації.

В дослідженнях проведено облік густоти рослин після сходів та визначено польову схожість насіння. Встановлено, що під впливом фосфорно-калійних добрив густота рослин збільшувалась до контролю у 2023 році на 2,6-2,8 шт./м² при внесенні РК₂₀, та 3,6-3,8 шт./м² при внесенні РК₄₀ (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Вплив добрив на густоту стояння рослин після сходів, шт./м²

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	54,3	53,5	53,9
	Ярило соя (2 л/га)	54,2	53,5	53,9
РК ₂₀	Контроль – без обробки	57,1	55,3	56,2
	Ярило соя (2 л/га)	56,9	55,5	56,2
РК ₄₀	Контроль – без обробки	57,9	56,4	57,2
	Ярило соя (2 л/га)	58,1	56,2	57,2

У 2024 році при застосуванні мінеральних добрив розкидним способом густота рослин у варіантах з РК₂₀ збільшувалась на 1,8-2,0 шт./м², у варіантах з РК₄₀ – на 2,7-2,9 шт./м².

За дворічними даними найбільша густота рослин відмічена при внесенні РК₄₀ – 57,2 шт./м², що більше за контроль на 3,3 шт./м², або 6,1%. Під дією РК₂₀ показник збільшувався на 2,3 шт./м².

Польова схожість насіння у 2023 році була 77,4-83,0%, у 2024 році – 76,4-80,6% (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив добрив на польову схожість насіння, %

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	77,6	76,4	77,0
	Ярило соя (2 л/га)	77,4	76,4	76,9
РК ₂₀	Контроль – без обробки	81,6	79,0	80,3
	Ярило соя (2 л/га)	81,3	79,3	80,3
РК ₄₀	Контроль – без обробки	82,7	80,6	81,6
	Ярило соя (2 л/га)	83,0	80,3	81,6

Внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив сприяло збільшенню польової схожості насіння у 2023 році при РК₂₀ на 3,7-4,0%, при РК₄₀ – 5,1-5,4%. У 2024 році схожість збільшувалась до контролю на 2,6-2,9 та 3,9-4,1% відповідно.

За дворічними даними при внесенні РК₂₀ схожість насіння була 80,3%, РК₄₀ – 81,6%, що більше за контроль на 3,3-4,6%.

Отже, внесення фосфорно-калійних добрив позитивно впливає на розвиток рослин та сприяє збільшенню польової схожості насіння на 3,3% (РК₂₀) та 4,6% (РК₄₀).

3.2.3. Вплив добрив на біометричні показники сої

Визначення висоти рослин дозволяє вивчати дію різних технологічних прийомів та формування продуктивності культур. Темп росту характеризується висотою головного стебла рослин. Відомо, що застосування добрив посилює розвиток рослин, формування більшої кореневої системи та надземної маси [7, 13, 20].

В дослідженнях проводили визначення висоти та маси рослин у фазі цвітіння. У 2023 році висота рослин була 55,3-61,2 см (табл. 3.5). Підживлення посівів мікродобрином сприяло збільшенню висоти рослин на 2,6 см, на фоні РК₂₀ – на 1,8 см, на фоні РК₄₀ – на 3,9 см.

Таблиця 3.5

Вплив удобрення на висоту рослин сої, см

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	55,3	43,2	49,3
	Ярило соя (2 л/га)	57,9	44,5	51,2
РК ₂₀	Контроль – без обробки	56,9	43,1	50,0
	Ярило соя (2 л/га)	58,7	44,5	51,6
РК ₄₀	Контроль – без обробки	57,3	44,3	50,8
	Ярило соя (2 л/га)	61,2	44,9	53,1

У 2024 році висота рослин була в межах 43,1-44,9 см та мало відрізнялась залежно від технологічних прийомів.

За дворічними даними виявлено, що внесення фосфорно-калійних добрив викликало збільшення висоти рослин на 0,7-1,5 см. Підживлення посівів мікродобривами сприяло збільшенню висоти рослин на 2,0 см, на фоні РК₂₀ – на 1,6 см, на фоні РК₄₀ – на 2,3 см.

Найбільша висота рослин була при комплексному застосуванні добрив РК₄₀ і Ярило – 53,1 см, що вище, ніж у абсолютному контролі на 3,8 см (7,7%).

Маса рослин у фазі цвітіння у 2023 році варіювала в межах 43,5-50,7 г (табл. 3.6). застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню маси рослин на 2,7 та 3,6 г відповідно при РК₂₀ і РК₄₀.

Таблиця 3.6

Вплив удобрення на масу рослин сої, г

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	43,5	32,5	38,0
	Ярило соя (2 л/га)	47,8	33,5	40,7
РК ₂₀	Контроль – без обробки	46,2	34,9	40,6
	Ярило соя (2 л/га)	48,9	34,9	41,9
РК ₄₀	Контроль – без обробки	47,1	33,8	40,5
	Ярило соя (2 л/га)	50,7	34,5	42,6

Обприскування посівів сприяло збільшенню маси рослин на 4,3 г, на фоні мінеральних добрив – на 2,7-3,6 г.

У 2024 році маса рослин становила 32,5-34,9 г, що менше на 25,3-32,0%, ніж у 2023 році.

Дворічні дані свідчать, що підживлення посівів добривом Ярило, внесення РК₂₀ та РК₄₀ забезпечувало збільшення маси рослин до контролю на 1,4-2,7 г. Більшою була маса рослин у варіантах комплексного застосування добрив – 41,9-42,6 г, де приріст до абсолютного контролю склав – 3,9-4,6 г (10,3-12,1%).

3.2.4. Площа листкової поверхні сої залежно від застосування добрив

Відомо, що застосування добрив суттєво впливає на формування асимілятивної поверхні рослин сої. Інтенсивність формування листкової поверхні залежить від природних та організаційних чинників, строків та норм застосування добрив та підживлення посівів.

Використання мікродобрив сприяє збільшенню площі листя, стійкості перед несприятливими зовнішніми умовам, стимулює процес фотосинтезу, поглинання та засвоєння кореневою системою поживних речовин.

Відомо, що при нестачі фосфору й калію порушується реакція фотосинтезу та знижується його інтенсивність. Тому, важливо забезпечити рослини оптимальною кількістю макро- та мікроелементів, вивчаючи різні способи і строки внесення добрив для посилення росту та азотфіксації рослин.

Площу листової поверхні однієї рослини методом висічок визначали у фазі цвітіння. У 2023 році вона була в межах 834-923 см² (табл. 3.7). При внесенні РК₄₀ площа збільшувалась на 43 см², при РК₂₀ – на 22 см². Більший вплив на площу листової поверхні мало застосування підживлення посівів, де відносно контролю вона збільшилась на 40-46 см².

У 2024 році площа листя була меншою за попередній рік на 74-143 см². Вплив добрив був не значним порівняно з 2023 роком.

Дворічні показники свідчать, що мінеральні фосфорно-калійні добрива сприяли збільшенню площі листя на 21-27 см². Застосування підживлення посівів мікродобривом сприяло збільшенню показника на 20-29 см².

Найбільша площа листової поверхні була при сумісному використанні добрив РК₄₀ + Ярило – 852 см².

Таблиця 3.7

Площа листової поверхні сої залежно від дії добрив, см²

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	834	760	797
	Ярило соя (2 л/га)	876	776	826
РК ₂₀	Контроль – без обробки	856	780	818
	Ярило соя (2 л/га)	896	779	838
РК ₄₀	Контроль – без обробки	877	770	824
	Ярило соя (2 л/га)	923	780	852

Показник площі листя на 1 га має провідну роль у повноцінному формуванні врожаю культур, переважно внаслідок активації фотосинтетичної діяльності посівів, накопичення поживних речовин та елементів індивідуальної продуктивності.

В досліді площа листя на 1 га становила 43,0-48,7 тис. м² (рис. 3.1).

Внесення мінеральних добрив спрягло збільшенню площі листя на 3,0 та 4,1 тис. м² при РК₂₀ і РК₄₀. При застосуванні обробки посівів мікродобривом площа листя збільшувалась на 1,1-1,6 тис. м².

Найбільша площа листкової поверхні сої відмічена у варіанті з комплексним застосуванням РК₄₀ та добривом Ярило – 48,7 тис. м², це більше ніж у абсолютному контролі на 5,7 тис. м², або 13,2%. У варіанті де застосували РК₂₀ і підживлення показник був 47,1 тис. м², а приріст до контролю 4,1 тис. м² (9,5%).

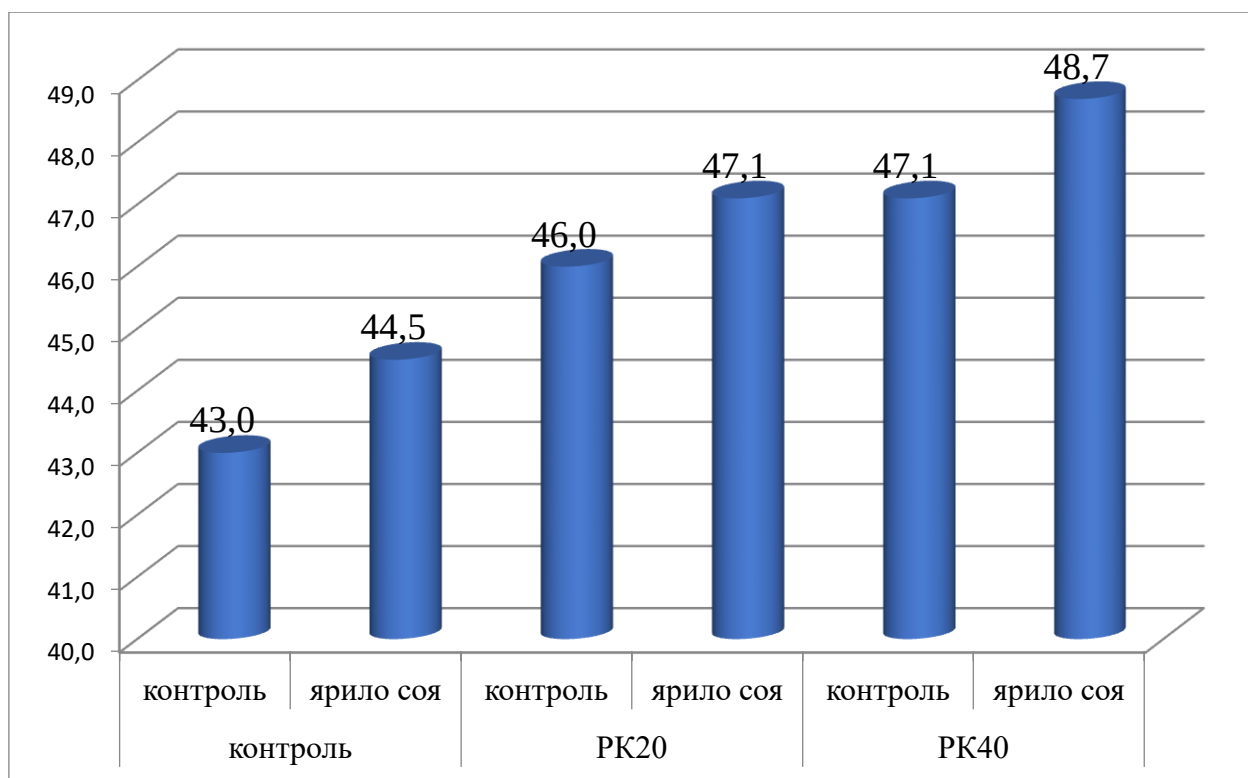


Рис. 3.1. Площа листя на 1 га залежно від дії добрив (2023-2024 рр.), тис. м²

Таким чином, за результатами досліджень можна зробити висновок, що як площа листя рослин, так і площа листя на 1 га була найбільшою при комплексному внесенні добрив – 852 см² та 48,7 тис. м². Застосування добрив сприяло збільшенню площі листя відносно контролю на 55 см² (6,9%) та 5,7 тис. м², або 13,2%.

3.2.5. Вплив добрив на симбіотичну активність сої

Симбіотичний апарат сої залежить від взаємовпливу генотипу рослини та мікроорганізмів симбіонтів за певних ґрунтово-кліматичних умов та дії строків і норм застосування добрив, обприскування посівів.

Активне поглинання елементів живлення рослинами відбувається у період цвітіння, утворення та наливу бобів. Отже, важливим є також питання підживлення посівів мікродобривами.

В досліді проводили облік кількості бульбочок у фазі цвітіння. Визначали їх число на одну рослину. У 2023 році кількість бульбочок складала 25,6-36,7 шт. (табл. 3.8). Під впливом добрива Ярило число бульбочок зростало на 4,0-6,6 шт. Застосування мінеральних добрив також сприяло росту кількості бульбочок на 4,0-4,5 шт.

Таблиця 3.8

Кількість бульбочок залежно від дії добрив, шт.

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	25,6	15,8	20,7
	Ярило соя (2 л/га)	30,6	16,7	23,7
РК ₂₀	Контроль – без обробки	29,6	16,1	22,9
	Ярило соя (2 л/га)	33,6	16,8	25,2
РК ₄₀	Контроль – без обробки	30,1	16,5	23,3
	Ярило соя (2 л/га)	36,7	17,2	27,0

У 2024 році на рослинах утворилась менше бульбочок, ніж у попередньому році на 9,8-19,5 шт. Таке зниження було обумовлено несприятливими погодними умовами. Кількість бульбочок залежно від застосування добрив змінювалась мало.

За дворічними даними найбільше бульбочок утворилось у варіанті комплексного застосування добрив – 27,0 шт., що більше за абсолютний контроль на 6,3 шт., або 30,4%. Отже, фосфорно-калійні добрива у комплексі з мікродобривами сприяли збільшенню числа бульбочок на коренях сої.

Кількість бульбочок з одиниці площі становила 1116-1540 шт./м² (рис. 3.2).

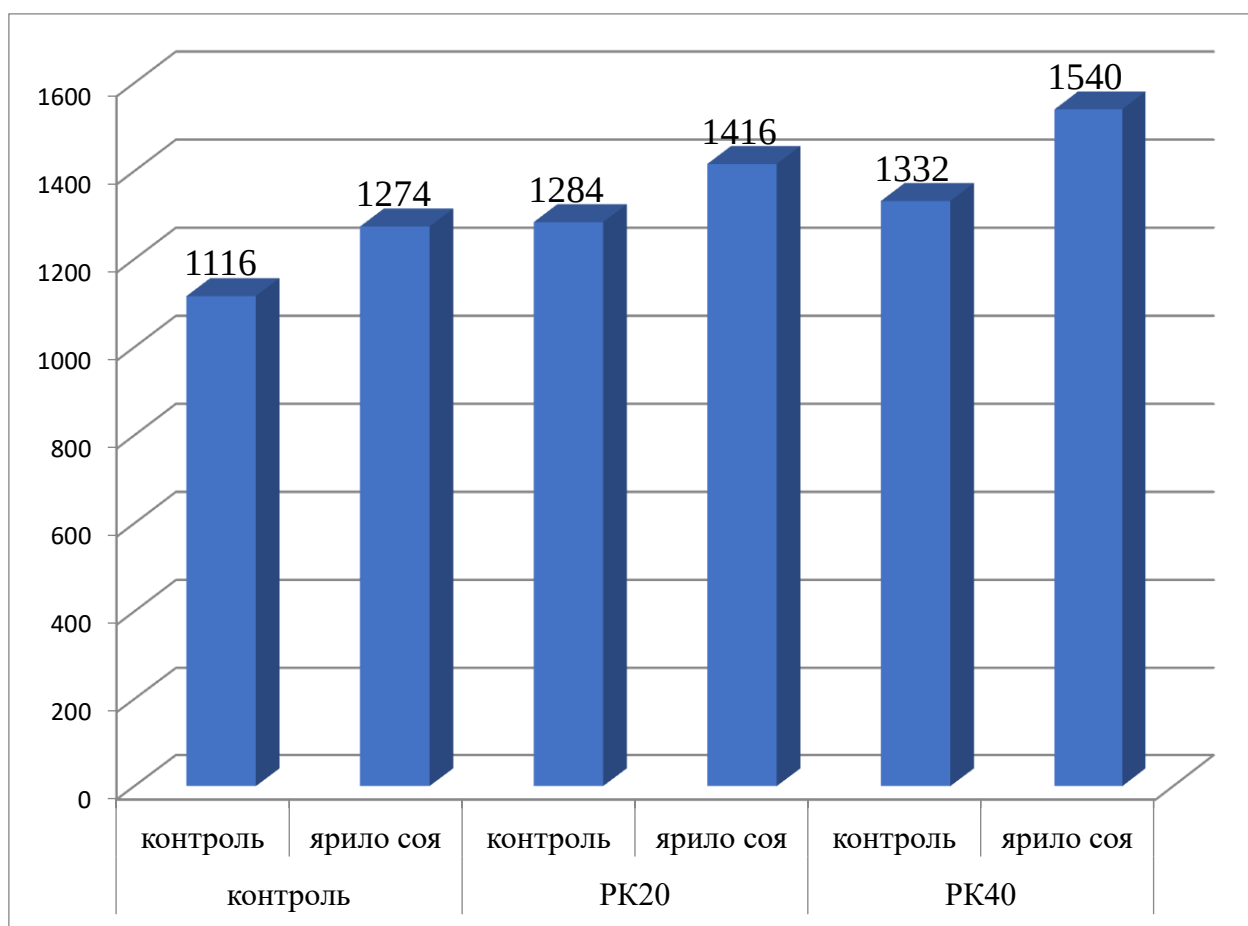


Рис. 3.2. Кількість бульбочок залежно від дії добрив (2023-2024 рр.), шт./м²

Найбільше бульбочок утворилась у посівах сої при сумісному застосуванні фосфорно-калійних добрив та підживлення – 1540 шт./м². Це

більше від абсолютного контролю на 424 шт./м² (38%). Під впливом підживлення посівів мікродобривом кількість бульбочок зростала на 132-209 шт./м². При застосуванні мінеральних добрив – на 168-216 шт./м².

Таким чином, в результаті сумісного застосування фосфорно-калійного добрива РК₄₀ та підживлення посівів добривом Ярило відмічалась найбільша кількість бульбочок з однієї рослини – 27,0 шт. та в посівах – 1540 шт./м². Ці показники перевищували контрольний варіант відповідно на 30,4 та 38,0 % відповідно.

3.2.6. Вплив добрив на показники структури врожаю сої

Густота рослин перед збиранням врожаю є важливим елементом біологічної врожайності сої. Вона залежить від впливу погодних умов періоду вегетації, застосування добрив, підживлення посівів.

Густота рослин перед збиранням у 2023 році була суттєво більшою, ніж у 2024 і складала 45,2-50,4 шт./м². Зменшення густоти рослин у 2024 році до 37,8-39,8 шт./м² пов'язано з нестачею опадів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Вплив добрив на густоту стояння рослин перед збиранням, шт./м²

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	45,2	37,8	41,5
	Ярило соя (2 л/га)	48,6	38,8	43,7
РК ₂₀	Контроль – без обробки	47,8	38,7	43,3
	Ярило соя (2 л/га)	49,8	39,5	44,7
РК ₄₀	Контроль – без обробки	48,8	39,5	44,2
	Ярило соя (2 л/га)	50,4	39,8	45,1

У 2023 році застосування добрива Ярило соя сприяло збільшенню густоти рослин на 3,4 шт./м², на фоні внесення РК₂₀ вона збільшувалась на 2,0 шт./м², на фоні внесення РК₄₀ – на 1,6 шт./м². Внесення мінеральних добрив РК₂₀ сприяло збільшенню густоти рослин на 2,6 шт./м², внесення РК₄₀ – на 3,6 шт./м².

У 2024 році густота рослин змінювалась в меншій мірі. У варіанті з РК₄₀ та Ярило соя вона складала найбільше – 39,8 шт./м², що більше за абсолютний контроль на 2,0 шт./м².

Дворічні дані свідчать, що застосування фосфорно-калійних добрив та добрива Ярило, сприяло збільшенню густоти рослин. Ефективність підживлення визначалась приростом до контролю 2,2 шт./м², на фоні РК₂₀ – 1,4 шт./м², на фоні РК₄₀ – 0,9 шт./м². Мінеральні добрива сприяли збільшенню густоти рослин на 1,8-2,7 шт./м², при збільшенні дозування ефект посилювався. Найбільша кількість рослин була при внесенні РК₄₀ та підживлення добривом – 45,1 шт./м², що більше від абсолютного контролю на 3,6 шт./м², або 8,7%.

Вживання рослин залежало від року досліджень (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Вплив добрив на виживаність рослин, %

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	83,2	70,7	76,9
	Ярило соя (2 л/га)	89,7	72,5	81,1
РК ₂₀	Контроль – без обробки	83,7	70,0	76,8
	Ярило соя (2 л/га)	87,5	71,2	79,3
РК ₄₀	Контроль – без обробки	84,3	70,0	77,2
	Ярило соя (2 л/га)	86,7	70,8	78,8

Так, у 2023 році показник склав 83,2-89,7%, у 2024 році зменшився до 70,0-72,5%. Це викликано недостатньою кількістю опадів та високими температурами повітря, що пригнічувало розвиток рослин.

У 2023 році найбільше виживання рослин відмічено у варіанті, де проведено підживлення посівів препаратом Ярило – 89,7%, на фоні внесення фосфорно-калійних добрив показник був 86,7-87,5%.

У 2024 році виживання рослин мало відрізнялось від контролю, підвищення показника на 1,8% відмічено при підживленні посівів.

Дворічні показники свідчать, що обробка посівів препаратом Ярило сприяла збереженню рослин протягом періоду вегетації на рівні 81,1%, перевищення відносно до контролю було 4,2%. На фоні комплексного застосування РК₂₀ і підживлення перевищення було 2,4%, в аналогічному варіанті з РК₄₀ – 1,9%.

Визначення елементів структури врожаю потрібно для оцінки росту рослин сої та закономірностей формування врожаю, залежність від факторів зовнішнього середовища, дії погодних умов.

Основними складовими структури врожаю є кількість бобів і насіння на одній рослині, маса насіння з рослини.

Індивідуальна насіннева продуктивність відображає комплексну дію агротехнічних прийомів на генетичний потенціал сорту.

Результати досліджень свідчать, що кількість бобів варіювала в межах 19,8-24,5 шт. у 2023 році (табл. 3.11). Найменше бобів було у варіанті без добрив. Підживлення посівів викликало збільшення числа бобів на 2,7 шт., на фоні РК₂₀ і РК₄₀ – на 1,4-1,6 шт. Внесення тільки мінеральних добрив також збільшувало кількість бобів з рослини на 2,3-3,3 шт.

У 2024 році кількість бобів мало відрізнялась від контролю. Відмічено підвищення на 2,9 шт., лише у варіанті з РК₄₀ та Ярило.

Дворічні показники свідчать, що на фоні фосфорно-калійних добрив сумісно з підживленням посівів кількість бобів була 19,1-19,9 шт., що більше за абсолютний контроль на 3,0-3,8 шт., або 18,6-23,6%. При застосуванні

тільки підживлення посівів добривом Ярило число бобів зросло на 2,3 шт., що становить 14,3%.

Кількість насіння в роки досліджень була різною і залежала від погодних умов (табл. 3.12).

У 2023 році підживлення посівів сприяло збільшенню кількості насіння, більш ефективним захід виявився без внесення мінеральних добрив, де приріст до контролю становив 4,4 шт., тоді як на фоні мінеральних фосфорно-калійних добрив – 2,7 та 1,9 шт. відповідно.

Таблиця 3.11

Вплив агротехнічних прийомів на кількість бобів, шт.

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	19,8	12,3	16,1
	Ярило соя (2 л/га)	22,5	14,2	18,4
РК ₂₀	Контроль – без обробки	22,1	13,5	17,8
	Ярило соя (2 л/га)	23,7	14,5	19,1
РК ₄₀	Контроль – без обробки	23,1	14,1	18,6
	Ярило соя (2 л/га)	24,5	15,2	19,9

Внесення мінеральних добрив рано навесні також сприяло збільшенню кількості насіння, у варіанті з РК₂₀ кількість насіння збільшувалась на 2,8 шт., у варіанті з РК₄₀ – приріст був 3,6 шт.

При сумісному застосуванні добрив кількість бобів перевищувала контроль на 5,5 шт.

У 2024 році найбільше число насіння утворилось при підживленні посівів на фоні внесення РК₂₀ – 24,9 шт.

Таблиця 3.12

Вплив агротехнічних прийомів на кількість насіння, шт.

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	± до контролю	2024 р.	± до контролю
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	42,3	–	23,8	–
	Ярило соя (2 л/га)	46,7	+4,4	24,5	+0,7
РК ₂₀	Контроль – без обробки	45,1	–	23,6	–
	Ярило соя (2 л/га)	47,8	+2,7	24,9	+1,3
РК ₄₀	Контроль – без обробки	45,9	–	23,9	–
	Ярило соя (2 л/га)	47,8	+1,9	24,5	+0,6

За дворічними даними кількість насіння становила 33,1-36,4 шт. (рис. 3.3).

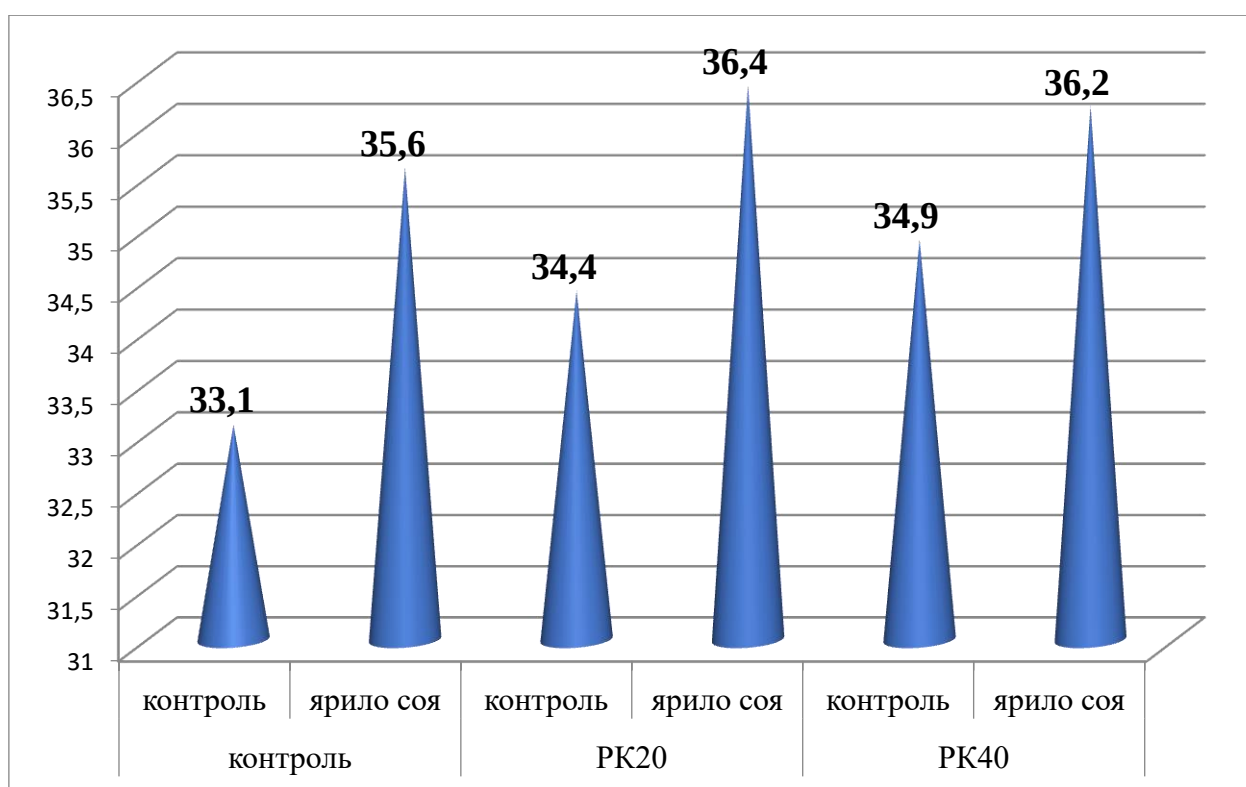


Рис. 3.3. Кількість насіння залежно від добрив (2022-2023 рр.), шт.

Підживлення посівів сприяло збільшенню кількості насіння на 2,6 шт., при внесенні додатково мінеральних добрив перевищення до контролю було

1,3-2,0 шт. Під впливом тільки мінеральних добрив приріст був незначним (1,3-1,8 шт.).

При комплексному застосуванні добрив відносно абсолютного контролю кількість насіння збільшувалась 3,1-3,3 шт.

Висота прикріплення нижнього бобу у 2023 році була 14,1-14,8 см, у 2024 році – 13,2-13,5 см (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Вплив агротехнічних прийомів на висоту прикріплення нижнього бобу, см

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	14,1	13,2	13,7
	Ярило соя (2 л/га)	14,5	13,3	13,9
РК ₂₀	Контроль – без обробки	14,5	13,5	14,0
	Ярило соя (2 л/га)	14,7	13,5	14,1
РК ₄₀	Контроль – без обробки	14,8	13,3	14,1
	Ярило соя (2 л/га)	14,8	13,5	14,2

Застосування добрив мало впливало на висоту прикріплення нижнього бобу в роки проведення досліджень. Різниця між контролем і варіантом, де показник був найбільшим становила всього 0,5 см.

Маса насіння у 2023 році була 3,95-4,25 г (табл. 3.14). Найбільша маса насіння утворилась у варіанті з РК₂₀ і добривом Ярило.

Підживлення посівів сої сприяло збільшенню маси насіння на 0,16 г, при внесенні РК₂₀ – на 0,27 г, при внесенні РК₄₀ – на 0,19 г. Мінеральні добрива забезпечили незначний приріст маси насіння до контролю.

У 2024 році маса насіння становила 2,45-2,60 г, що менше на 36,9-41,2%. Найбільша маса насіння була у варіанті з РК₄₀ і підживленням – 2,60 г.

Таблиця 3.14

Вплив агротехнічних прийомів на масу насіння, г

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	3,95	2,45	3,20
	Ярило соя (2 л/га)	4,11	2,49	3,30
РК ₂₀	Контроль – без обробки	3,98	2,51	3,25
	Ярило соя (2 л/га)	4,25	2,50	3,38
РК ₄₀	Контроль – без обробки	4,03	2,55	3,29
	Ярило соя (2 л/га)	4,22	2,60	3,41

Дворічні дані свідчать, що сумісне застосування мінеральних добрив і підживлення посівів сприяло збільшенню маси насіння на 0,18-0,21 г, що складає 5,6-6,6%.

Маса 1000 насінин була в роки досліджень в межах 137,8-144,2 г та 126,7-128,6 г (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Вплив агротехнічних прийомів на масу 1000 насінин, г

Мінеральні добрива	Підживлення посівів	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	137,8	126,7	132,3
	Ярило соя (2 л/га)	140,3	127,6	134,0
РК ₂₀	Контроль – без обробки	139,5	128,6	134,1
	Ярило соя (2 л/га)	142,3	128,2	135,3
РК ₄₀	Контроль – без обробки	140,0	127,8	133,9
	Ярило соя (2 л/га)	144,2	128,6	136,4

Відмічено, що у 2023 році найбільша маса 1000 насінин та приріст до контролю були у варіанті з РК₄₀ та добривом Ярило – 144,2 г та 6,4 г. У подібному варіанті з РК₂₀ величина показника і приріст до контролю були 142,3 г та 4,5 г.

У 2024 році найбільша маса 1000 насінин була у варіанті з РК₂₀ і варіанті з РК₄₀ + Ярило – 128,6 г, приріст до контролю був 1,9 г.

Дворічні дані показали, що застосування фосфорно-калійних добрив РК₄₀ і підживлення було ефективним щодо збільшення маси 1000 насінин – 136,4 г, що більше за контроль на 4,1 г. При внесенні РК₂₀ і Ярило показник був 135,3 г та приріст 3,0 г.

Важливу роль для визначення рівня врожайності має показник маса насіння з одиниці площі. В досліді він був в межах 132,8-153,8 г/м² (рис. 3.4).

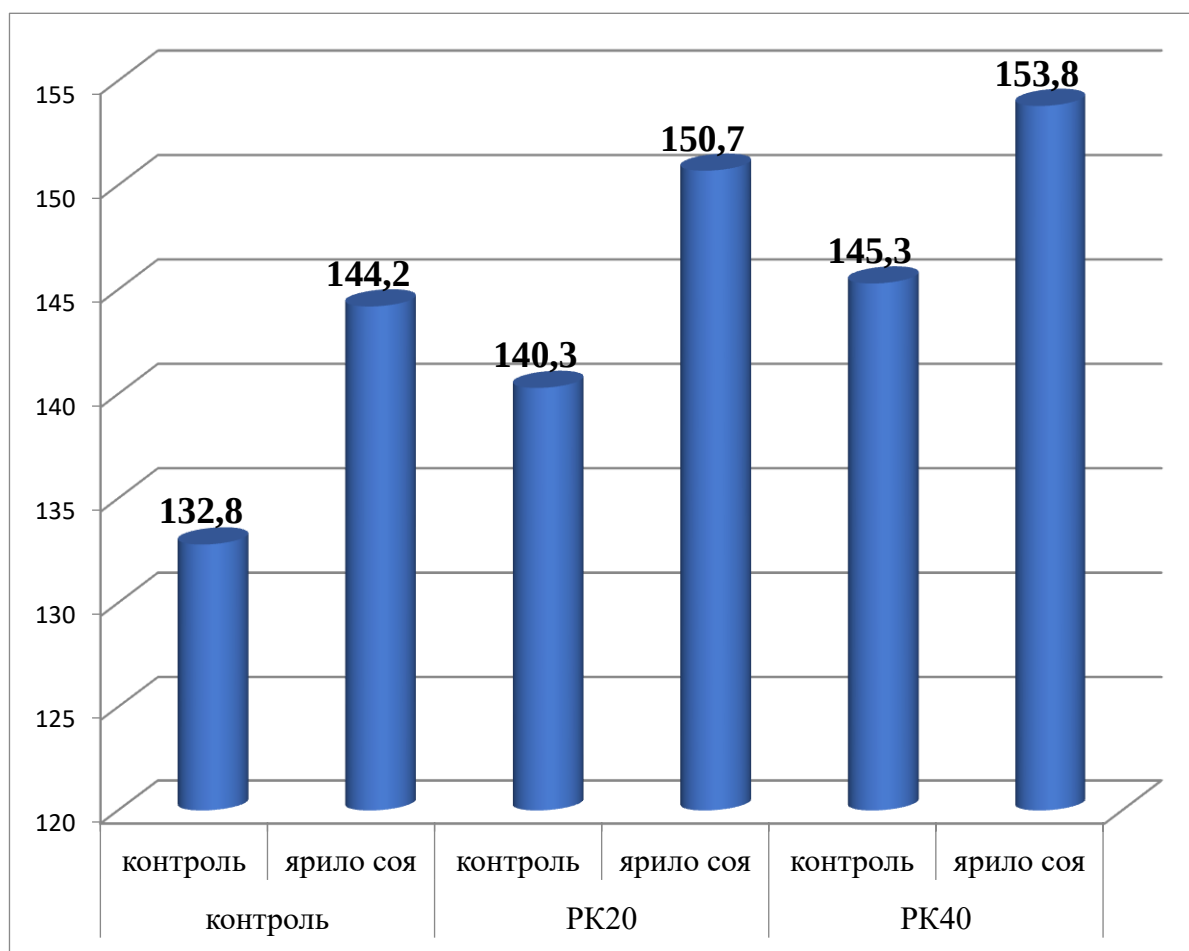


Рис. 3.4. Маса насіння з одиниці площі залежно від добрив (2023-2024 рр.), г/м²

Внесення фосфорно-калійних добрив рано навесні сприяло збільшенню маси насіння з одиниці площі на 7,5 і 12,5 г/м², при РК₂₀ і РК₄₀ відповідно.

При підживленні посівів мікродобривом Ярило маса насіння збільшувалась на 11,4 г/м², на фоні РК₂₀ - на 10,4 г/м², на фоні РК₄₀ - на 8,5 г/м².

Таким чином, застосування фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів препаратом Ярило соя, сприяло формуванню більших показників структури врожаю. Найбільша кількість бобів була у варіанті з РК₄₀ + Ярило і становила 19,9 шт., при цьому кількість насіння становила 36,2 шт., маса насіння – 3,41 г, маса 1000 насінин – 136,4 г, маса насіння з одиниці площі – 153,8 г/м².

3.2.7. Урожайність насіння сої залежно від добрив

Відомо, що соя характеризується специфічністю умов живлення. Вона споживає більше поживних речовин, ніж потрібно зерновим культурам, нерівномірно поглинає елементи живлення протягом вегетації, здатна засвоїти азот із повітря, застосовувати важкорозчинні сполуки фосфору і калію з ґрунту та реутилізувати їх запаси від стебел до насіння.

Надходження елементів живлення для сої під час вегетації відбувається нерівномірно. Виділяють такі періоди засвоєння поживних речовин: сходи - бутонізація (потреба низького рівня), цвітіння - утворення бобів (потреба інтенсивного рівня), налив насіння - повна стиглість (потреба середнього рівня). Тому, потрібно дослідити особливості удобрення сої за різних строків їх застосування.

Урожайні дані свідчать, що у 2023 році врожайність сої становила 17,6-20,1 ц/га (табл. 3.16).

Підживлення сої сприяє істотному збільшенню врожайності на 1,0-1,2 ц/га (НІР₀₅ по фактору В = 0,6). Під впливом фосфорно-калійних добрив прибавка врожаю складала 1,0-1,3 ц/га.

Таблиця 3.16

Врожайність сої залежно від добрив, ц/га

Мінеральні добрива (фактор А)	Підживлення посівів (Фактор В)	2023 р.	2024 р.	середнє
Контроль – без добрив	Контроль – без обробки	17,6	8,7	13,2
	Ярило соя (2 л/га)	18,8	9,0	13,9
РК ₂₀	Контроль – без обробки	18,6	9,0	13,8
	Ярило соя (2 л/га)	19,6	9,4	14,5
РК ₄₀	Контроль – без обробки	18,9	9,1	14,0
	Ярило соя (2 л/га)	20,1	9,6	14,9
НІР ₀₅ по фактору А		0,6	0,4	
НІР ₀₅ по фактору В		0,6	0,4	
НІР ₀₅ по фактору АВ		1,3	0,9	

У 2024 році рівень врожаю був суттєво меншим від попереднього року через складні погодні умови і становив 8,7-9,6 ц/га. В результаті підживлення сої як без мінеральних добрив так і при РК₂₀ прибавка врожаю була неістотною (0,3-0,4 ц/га, при НІР₀₅ по фактору В = 0,4 ц/га). На фоні внесення РК₄₀ застосування підживлення посівів дало прибавку врожаю 0,5 ц/га. Внесення тільки фосфорно-калійних добрив не сприяло істотному збільшенню врожаю, прибавка була 0,3-0,4 ц/га (НІР₀₅ по фактору А = 0,4 ц/га).

За дворічними даними врожайність була в межах 13,2-14,9 ц/га. При підживленні посівів без внесення мінеральних добрив прибавка врожаю була 0,7 ц/га, на фоні РК₂₀ і РК₄₀ вона становила 1,3 та 1,7 ц/га відповідно.

Внесення мінеральних добрив без підживлення посівів дало прибавку врожаю 0,6-0,8 ц/га.

Таким чином, сумісне застосування мінеральних добрив в підвищеній дозі (РК₄₀) та підживлення посівів добривом Ярило сприяло отриманню найбільшої врожайності 14,9 ц/га, та прибавки врожаю 1,7 ц/га (12,9%).

РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ

Врахування та аналіз біоенергетичних показників та процесів перетворення енергії в агроєкосистемах дають можливість визначити перспективні напрямки розвитку аграрного виробництва. Технології виробництва сільськогосподарської продукції повинні забезпечувати повне використання природних ресурсів, зменшення витрат енергії на одиницю продовольства та зменшувати негативну дію на навколишнє середовище.

Затрати енергії залежать від культури, засобів захисту рослин, виду добрив та сільськогосподарської техніки. Енергетичний аналіз – це визначення співвідношення кількості енергії врожаю культури та витрат енергії при виробництві продукції. Перевага енергетичної оцінки полягає у можливості незалежно від вартісних параметрів, оцінити складові виробництва в постійних величинах за певний проміжок часу [35].

Енергетичну цінність продукції визначали з урахуванням як основної, так і додаткової частини врожаю. Ефективність сукупної енергії на 1 га посіву культур зумовлена виходом сухої речовини, вмістом в ній обмінної і валової енергії, енергоємності. Енергоємність на 1 т сухої речовини, кормових одиниць і перетравного протеїну визначається діленням витрат сукупної енергії на вихід з 1 га відповідної речовини. Енергетичний коефіцієнт (ЕК), або коефіцієнт корисної дії технології, визначається діленням валової енергії продукції на затрати сукупної енергії (СЕ) при його виробництві. Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) розраховують шляхом ділення обмінної енергії на витрати сукупної енергії при його виробництві. Приріст валової енергії (ПВЕ) на 1 га це різниця між отриманою валовою енергією у всіх видах продукції і витратами сукупної енергії на цю площу [35, 36]. Дані енергетичної ефективності наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Біоенергетична ефективність вирощування сої залежно від добрив

Показники	Контроль – без добрив		P ₂₀ K ₂₀		P ₄₀ K ₄₀	
	Контроль – без добрив	Ярило соя (2 л/га)	Контроль – без добрив	Ярило соя (2 л/га)	Контроль – без добрив	Ярило соя (2 л/га)
Урожайність, т/га	1,32	1,39	1,38	1,45	1,40	1,49
Витрати сукупної енергії на 1 га, ГДж	14,9	15,9	15,9	15,9	16,0	16,2
Вихід з 1 га:						
сухої речовини, т	2,35	2,47	2,46	2,58	2,49	2,65
кормових одиниць, т	2,14	2,25	2,24	2,35	2,27	2,41
перетравного протеїну, т	0,286	0,301	0,299	0,314	0,378	0,308
валової енергії, ГДж	45,1	47,5	47,2	49,5	47,8	50,9
обмінної енергії, ГДж	24,7	26,0	25,8	27,1	26,2	27,9
Енергоемність 1 т сухої речовини, ГДж	6,35	6,42	6,48	6,18	6,42	6,10
Енергетичний коефіцієнт	3,03	2,99	2,97	3,11	2,99	3,15
Коефіцієнт енергетичної ефективності	1,66	1,64	1,62	1,70	1,64	1,73
Приріст валової енергії на 1 га, ГДж	30,2	31,6	31,3	33,6	31,8	34,8

Вихід валової енергії залежав від рівня врожайності сої. Виявлено, що вихід валової енергії був більшим при комплексному застосуванні $P_{20}K_{20}$ і $P_{40}K_{40}$ сумісно з добривом Ярило і становив 49,5-50,9 ГДж.

Вихід з 1 га сухої речовини збільшувався у варіантах з добривами і становив 2,58 т у варіанті з $P_{20}K_{20}$ і підживленням посівів та 2,65 т у варіанті з $P_{40}K_{40}$ і підживленням; кормових одиниць відповідно 2,35-2,41 т; обмінної енергії 27,1-27,9 ГДж.

У варіантах комплексного застосування добрив відмічено зростання енергетичного коефіцієнту до 3,11-3,15, коефіцієнту енергетичної ефективності – 1,70-1,73, приросту валової енергії на 1 га 33,6-34,8 ГДж.

Отже, енергетичний аналіз свідчить, що при застосуванні $P_{40}K_{40}$ і підживленні посівів добривом Ярило відмічено більший енергетичний коефіцієнт – 3,15 та приріст валової енергії на 1 га – 34,8 ГДж.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРІВ

5.1. Техніка безпеки при застосуванні добрив

Роботи з добривами та хімічними препаратами здійснюються у строгому режимі, згідно з санітарними вимогами стосовно зберігання, транспортування та використання.

Склади для зберігання мінеральних добрив мають бути від населених пунктів на відстані не менше 200 м. Склади для комплексного зберігання пестицидів та мінеральних добрив на відстані не менше 500 м. На кожному такому складі обов'язково має бути протипожежний інвентар.

Для роботи з добривами та пестицидами можуть бути допущені особи, які пройшли медогляд та навчання з техніки безпеки, мають вік не менше 18 років.

Робочі місця, де проводиться внесення мінеральних добрив, повинні мати медичну аптечку, запас чистої води, умивальник з милом, рушник. До початку робіт склад із добривами провітрюють. Робітники для роботи з добривами забезпечуються спеціальним одягом, індивідуальними засобами захисту, рукавицями, пов'язками, респіраторами. Під час роботи з мінеральними добривами в респіраторі, через кожні 30 хвилин слід робити перерву на 5 хвилин.

Під час внесення добрив заборонено знаходитись близько від робочих органів агрегатів, під час роботи дискових розкидачів, ближче ніж за 50-80 м до них. Завантаження машин мінеральними добривами можна проводити після їх повної зупинки. Заборонено сидіти на машині та перебувати між трактором і машиною під час руху і процесу внесення добрив. Заборонено перевезення людей, продуктів та питної води разом з пестицидами та мінеральними добривами.

Рідкі азотні добрива, що потрапили на шкіру, слід швидко ретельно

змити водою. На місця сильного ураження шкіри слід застосувати примочки з розчином оцтової кислоти (5%). Якщо виникає тяжке отруєння потерпілому потрібно надати доступ до свіжого повітря, звільнити від тісного одягу, що утруднює дихання. Постраждалого можна напоїти теплим молоком з питною содою, 1 чайна ложка на склянку молока. Якщо є потреба застосовують штучне дихання. Потерпілого в тяжкому стані необхідно швидко доставити до найближчого медичного закладу.

Працівники після закінчення роботи з мінеральними добривами або пестицидами мають ретельно вмитися з милом та прийняти душ.

Важливою умовою правильної організації праці під час внесення мінеральних добрив та пестицидів, що попереджає виробничі травми робітників та нещасні випадки на підприємстві, є чітке дотримання правил техніки безпеки [37].

5.2. Охорона довкілля при застосуванні добрив

Обсяги застосування мінеральних добрив можуть порушити природний цикл кругообігу речовин. Нерівномірність розподілу мінеральних добрив під час внесення іноді у кілька разів перевищує допустимі межі. Ефективність азотних добрив зменшується на 40-50%, фосфорних на 35-40%, калійних – на 15-20%. В ґрунті утворюються осередки з надмірним вмістом елементів живлення.

Негативний вплив мінеральних добрив на зовнішнє середовище проявляється:

1. Винос азоту в атмосферу згубно діє на екологічні показники;
2. Потрапляння елементів живлення з ґрунту у підґрунтові води з поверхневим стоком, викликає швидкий розвиток водоростей, надмірне утворення планктону, тобто призведе до ефтрофікації природних водойм;
3. Неправильне застосування мінеральних добрив погіршує баланс поживних елементів, агрохімічні властивості та показники родючості

ґрунтів;

4. Порушення оптимізації живлення культур макро- та мікроелементами викликає більш активний розвиток хвороб, фітопатогенних грибкових захворювань та погіршує фітосанітарний стан посівів;

5. Порушення технології внесення мінеральних добрив, погана якість, можуть знизити продуктивність культур і якість отриманої насіннєвої продукції.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства, інтенсивна хімізація викликає активне надходження в екосистеми хімічних речовин.

Необґрунтоване використання засобів хімізації обумовлює зменшення біологічної фіксації азоту з атмосфери та послаблення біологічної активності ґрунту, забруднення рослинницької продукції і зовнішнього середовища.

Застосування високих норм мінеральних добрив спричиняє накопичення нітратів в продукції рослинництва, у кількостях, що значно перевищують гранично допустимі норми. Великі кількості нітратів та нітритів можуть викликати утворення в рослинах і ґрунті шкідливих сполук-нітрозамінів.

Дробне поетапне внесення азотних або повільнодіючих добрив, інгібіторів нітрифікації в цілому зменшує нагромадження цих шкідливих речовин у рослинах.

Застосування фолієвої кислоти, вітамінів С, Р, Е сприяє детоксикації нітратів і нітритів. Такі речовини як метіонин, лізин, треонін затримують нітрозування азотовмісних сполук. Отже, вирощування сільськогосподарських культур з великим вмістом вітамінів, лізину і треоніну сприяє захисту людського організму від шкідливих азотних сполук.

Застосовуючи хімічні препарати при вирощуванні сільськогосподарських культур, слід зважати не лише на досягнення високої врожайності, а також екологічну безпеку рослинницької продукції та збереження родючості ґрунтів [38].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив позитивно впливає на розвиток рослин та сприяє збільшенню польової схожості насіння на 3,3% (РК₂₀) та 4,6% (РК₄₀).

2. Підживлення посівів добривом Ярило, внесення РК₂₀ та РК₄₀ забезпечувало збільшення маси рослин у фазі цвітіння до контролю на 1,4-2,7 г. Більшою маса рослин була у варіантах комплексного застосування добрив – 41,9-42,6 г, де приріст до абсолютного контролю складав 3,9-4,6 г (10,3-12,1%).

3. Площа листя рослин та площа листя на 1 га були найбільшими при комплексному внесенні добрив – 852 см² та 48,7 тис. м². Застосування добрив сприяло збільшенню площі листя відносно контролю на 55 см² (6,9%) та 5,7 тис. м², або 13,2%.

4. В результаті сумісного застосування фосфорно-калійного добрива РК₄₀ та підживлення посівів добривом Ярило відмічалась найбільша кількість бульбочок з однієї рослини – 27,0 шт. та в посівах – 1540 шт./м². Ці показники перевищували контрольний варіант відповідно на 30,4 та 38,0 %.

5. При підживленні посівів добривом Ярило виживання рослин було на рівні 81,1%, перевищення до контролю – 4,2%. На фоні комплексного застосування РК₂₀ і підживлення перевищення було 2,4%, в аналогічному варіанті з РК₄₀ – 1,9%.

6. Застосування фосфорно-калійних добрив та підживлення посівів Ярило соя, сприяло формуванню більших показників структури врожаю. Найбільша кількість бобів була у варіанті з РК₄₀ + Ярило і становила 19,9 шт., при цьому кількість насіння була 36,2 шт., маса насіння – 3,41 г, маса 1000 насінин – 136,4 г, маса насіння з одиниці площі – 153,8 г/м².

7. Сумісне застосування мінеральних добрив в підвищеній дозі (РК₄₀) та підживлення посівів добривом Ярило сприяло отриманню найбільшої врожайності 14,9 ц/га, та прибавки врожаю 1,7 ц/га (12,9%).

8. Енергетичний аналіз показав, що при застосуванні РК₄₀ і підживленні посівів добривом Ярило відмічено більший енергетичний коефіцієнт – 3,15 та приріст валової енергії на 1 га – 34,8 ГДж.

Отже, в умовах Степу України удобрення ранньостиглого сорту сої Етюд слід проводити фосфорно-калійним добривом РК₄₀ навесні під передпосівну культивуацію і підживлення посівів добривом Ярило у фазі 4-6 листків, що забезпечить більшу врожайність 14,9 ц/га, прибавку врожаю 1,7 ц/га (12,9%), енергетичний коефіцієнт – 3,15 та приріст валової енергії на 1 га – 34,8 ГДж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гамаюнова В. В., Казанок О. О. Вплив умов вирощування на врожайність сортів сої в Південній зоні України. Таврійський науковий вісник. 2011. Вип. 73. С. 25–29.
2. Січкарь В. І. Генетичний потенціал нових сортів сої і його реалізація у виробництві. Насінництво. 2010. № 11. С. 14–17.
3. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 220 с.
4. Дідур І. М. Вплив інокуляції насіння та позакоренових підживлень на тривалість вегетації та динаміку густоти рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 130. С. 50–56.
5. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Мирний М. В. Сорти сої для Степу та Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2021. № 1. С. 135–140.
6. Кондратюк С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 2. С. 114–119.
7. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. Пропозиція. 2013. № 3.
8. Душко П. М. Оцінювання удобрень сої в технології її вирощування за адаптивним потенціалом. Агроекологічний журнал. 2017. № 2. С. 205–210.
9. Вожегова Р., Клубук В. Сорти сої півдня України. Аграрний тиждень. Україна. 2015. № 10. С. 44–46.
10. Мельник А. В., Романько Ю. О. Вплив комплексного застосування азотних добрив та бактеріальних препаратів на врожайність сої в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник Сумського НАУ. Суми, 2015. Вип. 30. С. 170–172.
11. Волкогон В. В., Пиріг О. В., Британ Т. Ю. Спрямованість ґрунтово-мікробіологічних процесів за впливу органічних і мінеральних добрив. Вісник аграрної науки. 2018. № 6. С. 5–11.

12. Попко І. В. Продуктивність сої залежно від удобрення та інокуляції. Вісник аграрної науки. 2005. № 6. С. 69–71.

13. Бикін А. В., Генгало Н. О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2011. Вип. 162, ч. 2. С. 137–144.

14. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 15. С. 83–93.

15. Бахмат О. М. Урожайність, уміст сирого білка та жиру в зерні сої за різного удобрення в Лісостепу західному. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2012. Вип. 81, Ч. 1. С. 39–46.

16. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошувальних землях півдня України. Таврійський Вісник, Херсон, 2018. С. 77–83.

17. Гаврилюк В. А., Валецька О. В., Ковальчук Н. С. Ефективність органомінеральних добрив у післядії внесення. Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. 2019. Вип. 1. С. 140–149.

18. Жуйков Г. Є., Білоусов О. М. Соціально–економічні передумови формування ринку сої та соєпродуктів в Україні. Таврійський науковий вісник. 2009. Вип. 67. С. 156–161.

19. Авраменко С., Цехмейструк М., Магомедов Р., Шелякін В. Фітнес для сої: система удобрення. Агробізнес сьогодні. 2014. № 14. С. 18–21.

20. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю., Малярєнко О. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від застосування добрив, регуляторів росту та вологоутримувача. Новітні агротехнології. 2018. № 6.

21. Новицька Н. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 1-2. С. 43–47.

22. Блащук М. І. Продуктивність сортів сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво". Вінниця, 2007. 20 с.

23. Лихочвор В., Панасюк Р., Щербачук В. Вплив добрив на врожайність сої. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/691-vplyv-dobryv-na-vrozhaunist-soi.html>

24. Чернищенко П. В., Рябуха С. С., Магомедов Р. Д. Вплив агротехнологічних прийомів на урожайність та якість насіння сої. Таврійський науковий вісник. 2009. Вип. 64. С. 83–90.

25. Наумов О. Б., Білоусов О. М. Соя як економічна та сировинна складова олієжирового комплексу України. Бізнес-навігатор. 2011. № 1. С. 71–73.

26. Ільєнко О. В. Оптимізація прийомів формування врожайності сої різних груп стиглості в умовах північної частини Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 / Інститут зернового господарства НААН. Дніпропетровськ, 2008. 19 с.

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

28. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М., Панасюк О. В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах західного Лісостепу. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2016. Вип. 60. С. 88-96.

29. 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.

30. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.

31. Ранньостиглий сорт сої Етюд. URL: <http://imk.zp.ua/index.php/kataloh-sortiv-ta-hibrydiv/soia/320-2020-07-23-10-51-11>

32. Мікродобриво Ярило соя. URL: <https://store.yarylo.ua/shop/soya/>

33. Семеняка І. М., Малаховська В. О. Методичні поради щодо визначення економічної ефективності наукових досліджень в агрономії (для науковців та студентів спеціальності 130102 "Агрономія"). Кіровоград : КДСГДС УААН – КНТУ, 2009.

34. Економічний довідник аграрника. В. І. Дробот, Г. І. Зуб, М. П. Кононенко; За ред. Ю. Я. Лузана, П. Т. Саблука. К. : Преса України, 2003. 800 с.

35. Енергетичний аналіз технологій вирощування сільсько-господарських культур. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт студентами напряму підготовки – 090101 Агрономія. Укл.: М. І. Григор'єв, В. П. Резніченко. Кіровоград : КНТУ, 2013. 72 с.

36. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій. Методичні вказівки. Ю. О. Тараріко, М. М. Городній, А. Г. Сердюк, В. П. Каленський та ін. Київ : Національний аграрний університет, 2005. 40 с.

37. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : Підручник. Київ : Каравела. 2006. 392 с.

38. Сакун М. М., Нагорнюк В.Ф. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Одеса "Видавництво", 2009. 184 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Дисперсійний аналіз урожайності 2023 р.

La	Lb	P	N	K		
3	2	3	18	6448,694		
Варіанти		P			Сума	Середнє
La	Lb	I	II	III		
I	1	16,5	17,8	18,5	52,8	17,6
	2	17,8	18,9	19,7	56,4	18,8
II	1	17,4	18,9	19,4	55,7	18,6
	2	18,3	21,1	19,5	58,9	19,6
III	1	17,6	18,3	20,7	56,6	18,9
	2	18,9	21,6	19,8	60,3	20,1
	Сума	106,5	116,6	117,6	340,7	18,9

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Степень свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Sy	30,42	17		
Повторень	Sp	12,568	2		
Варіантів	Cv	11,36	5	2,3	3,50 3,53
Фактору А	Ca	5,208	2	2,6	4,01 4,35
Фактору В	Cb	6,125	1	6,13	9,43 5,32
Фактору АВ	Cab	0,023	2	0,01	0,02 4,35
Інші	Cz	6,492	10	0,649	

<i>HIP₀₅ заг.</i>	1,3	<i>фактору А</i>	0,64	<i>фактору В</i>	0,57
<i>Точність дослід, %</i>	2,13%			<i>t₀₅</i>	2,23

Додаток Б

Дисперсійний аналіз урожайності 202 р.

La	Lb	P	N	K		
3	2	3	18	1494,222		
Варіанти		P			Сума	Середнє
La	Lb	I	II	III		
I	1	7,6	8,7	9,7	26,0	8,7
	2	8,7	9,6	8,7	27,0	9,0
II	1	8,3	10,1	8,6	27,0	9,0
	2	8,4	9,6	10,1	28,1	9,4
III	1	8,3	9,8	9,1	27,2	9,1
	2	8,5	9,8	10,4	28,7	9,6
	Сума	49,8	57,6	56,6	164,0	9,1

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь свободи	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				F _ф	F ₀₅
Загальна	Cy	10,64	17		
Повторень	Cp	6,004	2		
Варіантів	Cv	1,49	5	0,3	0,95 3,53
Фактору А	Ca	0,748	2	0,4	1,19 4,35
Фактору В	Cb	0,720	1	0,72	2,29 5,32
Фактору АВ	Cab	0,023	2	0,01	0,04 4,35
Інші	Cz	3,142	10	0,314	

<i>HIP₀₅ заг.</i>	0,9	<i>фактору А</i>	0,4	<i>фактору В</i>	0,40
<i>Точність дослід, %</i>	3,08%			<i>t₀₅</i>	2,23