

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра загального землеробства

«Допущено до захисту»
Зав. кафедрою загального
землеробства, к.б.н., професор
_____ Микола Мостіпан
«__»_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему:

Вплив мінеральних добрив на урожайність сої в північному Степу України

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи АГ-22-М-1
ОПП «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
_____ Ігор Сташук
«__»_____ 2023 р.

Керівник, ст. викладач, к.с.-г.н.
_____ Назар Умрихін
«__»_____ 2023 р.

Рецензент
_____ Тетяна Стельмах
«__»_____ 2023 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

“ _____ ” _____ 2023 року

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

Сташуку Ігорю

1. Тема роботи Вплив мінеральних добрив на урожайність сої в північному Степу України
2. Керівник роботи Умрихін Н.Л., кандидат с.-г. наук, ст. викладач
затверджений наказом ЦНТУ «4» вересня 2023 року № 63-13
3. Строк подання роботи до захисту _____
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. Встановити вплив мінеральних добрив на продуктивність ранньостиглого сорту сої Златослава.

Завдання:

- вивчити вплив добрив на густоту стояння рослин, польову схожість і виживання рослин;
- визначити висоту і масу рослин, площу листової поверхні, кількість бульбочок залежно від добрив;
- встановити вплив добрив на формування елементів структури врожаю;

– визначити урожайність та енергетичне обґрунтування вирощування сої залежно від застосування 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	15.11.2023 р.	
2.	Розділ 2. Місце та умови проведення досліджень	22.11.2023 р.	
3.	Розділ 3. Спеціальна частина	14.12.2023 р.	
4.	Розділ 4. Економічне обґрунтування результатів досліджень	20.12.2023 р.	
5.	Висновки, список літератури, вступ	25.12.2023 р.	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2023 р.

Підпис керівника

_____ Назар Умрихін

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2023 р.

Підпис здобувача

_____ Ігор Сташук

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ДОБРИВ НА РІСТ І РОЗВИТОК СОЇ	
(Огляд літератури).....	
1.1. Господарське значення сої.....	
1.2. Продуктивність сої залежно від добрив.....	
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 ДОБРИВ НА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА	
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ.....	
3.1. Методика досліджень.....	
3.2. Результати досліджень щодо впливу добрив	
на продуктивність сої.....	
3.2.1. Тривалість періоду вегетації сої залежно від добрив.....	
3.2.2. Вплив добрив на густоту стояння рослин сої.....	
3.2.3. Вплив добрив на висоту і масу рослин сої.....	
3.2.4. Кількість бульбочок на коренях рослин сої залежно від	
удобрення.....	
3.2.5. Площа листової поверхні сої залежно від добрив.....	
3.2.6. Вплив добрив на показники структури врожаю.....	
3.2.7. Урожайність сої залежно від складу мінеральних добрив...	
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ	
ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ.....	
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ	
ДОБРИВ.....	
5.1. Організація та структура служби охорони праці	

в господарстві.....	
5.2. Техніка безпеки при застосуванні добрив.....	
5.3. Охорона довкілля при застосуванні добрив.....	
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Актуальність теми. У вирішенні проблеми дефіциту продовольчих ресурсів, яка існує зараз у світі, важлива роль відводиться саме сої, оскільки в сучасних умовах білок і жир – найцінніші сировинні продукти світового ринку. В Україні існує значний попит на зерно сої, розширюються посівні площі, в той же час, у виробничих умовах її урожайність залишається ще невисокою і нестабільною. Причиною цього є недотримання технології вирощування, зокрема недостатнє внесення добрив, що унеможливорює використання продуктивного потенціалу сучасних сортів. Ефективність дії добрив залежить від їх складу, дози, ґрунту, групи стиглості сорту, кліматичних умов, отже потребує більш детального вивчення.

З впровадженням у виробництво адаптованих ранньостиглих сортів сої виникла проблема забезпечення гарантованого щорічного формування якісного врожаю насіння. Важливим резервом підвищення урожайності сої є поліпшення умов живлення за допомогою внесення добрив, що дають можливість більш повно реалізувати потенційну продуктивність сучасних сортів сої інтенсивного типу, покращують розвиток кореневої системи, підвищують активність фотосинтезу та симбіотичної фіксації азоту, збільшують кількість бульбочок і площу листової поверхні. Тому, важливо дослідити вплив добрив на продуктивність сої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

Мета та завдання досліджень. Мета досліджень – встановити вплив мінеральних добрив на продуктивність ранньостиглого сорту сої Златослава.

Для реалізації цієї мети необхідно було вирішити такі завдання:

- вивчити вплив добрив на густоту стояння рослин, польову схожість і виживання рослин;
- визначити висоту і масу рослин, площу листової поверхні, кількість бульбочок залежно від добрив;
- встановити вплив добрив на формування елементів структури врожаю;

– визначити урожайність та енергетичне обґрунтування вирощування сої залежно від застосування добрив.

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

Предмет досліджень – сорт сої Златослава.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше в умовах північного Степу України для ранньостиглого сорту сої Златослава встановлено ефективність внесення мінеральних добрив різного складу під передпосівну культивуацію. Досліджено особливості росту і розвитку сої, схожість насіння, виживання рослин, висота і маса рослин, площа листкової поверхні, кількість бульбочок, формування елементів структури врожаю.

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 північного Степу України під передпосівну культивуацію вносити мінеральні добрива $N_{30}P_{30}$ або $N_{30}P_{30}K_{30}$, що забезпечує більшу врожайність ранньостиглого сорту сої Златослава – 22,3-22,4 ц/га та прибавку врожаю 2,7-2,8 ц/га.

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 XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки» ЦНТУ, 8-10 листопада 2023 року.

Публікації. Результати досліджень опубліковані у матеріалах XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання,

виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», на тему «Вплив мінеральних добрив на урожайність сої в північному Степу України» (м. Кропивницький: ЦНТУ, 2023 р.).

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

1.1. Господарське значення сої

Соя посідає вагоме місце серед стратегічних польових культур світу та має значну енергетичну і споживчу вартість [1, 2].

Поширення сої в багатьох країнах викликано високими якісними показниками насіння, сприятливим поєднанням органічних і мінеральних поживних речовин та універсальністю використання. Насіння сої містить від 32 до 50% білка, від 18 до 27% - олії, від 18 до 24% вуглеводів, близько 4-5% мінеральних солей та біологічно активних речовин.

Соя містить багато легкозасвоюваного білку, з неї готують найрізноманітніші страви. На продовольчому ринку сою використовують як рослинний замітник молочних та м'ясних тваринних продуктів. У світі за значимістю сою можна порівняти з такими культурами як пшениця, рис та кукурудза [3–5].

З сої одержують різні види харчових продуктів та сировину для промисловості. Переробка сої забезпечує отримання багатьох корисних продуктів. Соеве борошно застосовується як добавка для приготування інших страв та випічки. З сої виробляють крупу та пластівці, олію, сир тофу, пасту, соуси. В соєвих продуктах є антисклеротичні речовини і це потрібно для людей похилого віку [2, 6].

Сьогодні сою вирощують у багатьох країнах світу. Але, ще два сторіччя тому соя була місцева азійська культура. Окультурення її було в Стародавньому Китаї не раніше XI ст. до н.е. Через кілька століть про сою дізнались на Європейському континенті. Вирощувати її у Європі почали у 1885 р. У японській та китайській кухні продукти із сої особливо популярні, адже там сою культивують вже багато років [1, 7].

Найбільші посівні площі сої у США та Китаї. Значні площі вона має у Бразилії, країнах Північної Африки та Австралії [8].

Соя займає важливе місце у світовому виробництві рослинної олії та є сировиною для столового маргарину та лецитину. Сою використовують для миловарної та лакофарбової промисловості. Із неї виготовляють клей та пластмаси [5, 9].

В Україні за площею посіву соя належить до першої десятки експортоорієнтованих культур. Внутрішнє споживання сої в Україні в 3,5 рази менше, ніж врожайність. За обсягами виробництва сої Україна посідає 8 місце у світі, а за експортом – 6 місце. Близько 60% усіх посівних площ сої розташовуються у зоні Лісостепу, 22% – Полісся і 18% – Степу [10, 11].

Виробничники сої свідчать, що недостатньо вивчили технологію вирощування сої. Вона перспективна культура, що забезпечує себе біологічним азотом за рахунок його фіксації з атмосферного повітря. В результаті азотний баланс ґрунту тримається позитивним без застосування мінеральних добрив. Серед однорічних бобових культур за інтенсивністю фіксації азоту соя поступається тільки люпину [12, 13].

Уведення сої в сівозмину дає змогу покращити структуру посівів та збільшити частку корисних бобових. Врожайність пшениці озимої збільшується на 0,3–0,4 т/га, кукурудзи – 0,3–0,7 т/га, ячменю ярого – 0,3–0,6 т/га [14].

Соя не виснажує ґрунт, а навпаки покращує його структуру та родючість. Вона має підвищені вимоги до вологи і тепла. Потреба в теплі зростає від сходів до цвітіння, утворення насіння та знижується під час дозрівання. Сою можна вирощувати на різних ґрунтах, але вони не повинні бути кислими. Ґрунт повинен мати гарний дренаж та достатньо кисню для розвитку кореневої системи. Рівень рН для сої в межах від 6,3 до 7,0. Добре вирівняна поверхня поля полегшує збирання врожаю [15, 16].

Кращими попередниками є малозабур'янені поля після зернових. Ці культури дозволяють провести обробітку ґрунту у системі основної

підготовки. Сіють сою також після кукурудзи, картоплі, буряків. Не варто сіяти сою після соняшнику та зернобобових культур [17, 18].

1.2. Продуктивність сої залежно від добрив

Система удобрення сої важливий фактор для підвищення врожаю. Вона може складатись з основного внесення добрив, припосівного та підживлення протягом вегетації [6, 19].

Забезпечення рослин сої основними елементами живлення створює умови активного росту й розвитку та підвищує їх конкурентоспроможність до бур'янів. Ефективність від застосування добрив можлива у разі їх правильного застосування в оптимальних нормах з урахуванням потреб сорту, строків внесення чи глибини загортання [18].

Сої потрібно для формування 1 т насіння близько 75–90 кг азоту, 15–35 фосфору, 25–40 – калію, 8–12 – магнію, 18–24 кг кальцію.

Прибавка врожайності зерна сої при внесенні мінеральних добрив становить від 0,2 до 0,8 т/га в богарних умовах та від 0,4 до 1,2 т/га на зрошенні. Дослідами встановлено, що застосування мінеральних добрив за оптимальних умов вологості збільшує врожай на 8–15 ц/га [11, 20].

Найбільше азоту соя поглинає до цвітіння рослин при наростанні вегетативної маси. Фосфор забезпечує ріст числа бульбочок та генеративних органів. Калію рослини потребують більше у фазі утворення бобів і насіння [17, 20].

Слід пам'ятати, що 50–60% азоту соя поглинає з повітря. Розвиток сої може проходити без внесення азотних добрив. Симбіоз з азотфіксуючими бактеріями забезпечує активне живлення та більшу продуктивність [21].

Соя на 1 га залишає в ґрунті 60–140 кг/га біологічно азоту, що застосовується наступними культурами, 20–30 кг/га фосфору та 25–40 кг/га калію [10, 15].

Соя має слабку чутливість до безпосереднього внесення мінеральних азотних добрив, що пояснюють тривалістю фаз цвітіння та наливу бобів [18]. Рослини сої мають розвинену кореневу систему, що поглинає поживні речовини з глибоких шарів ґрунту.

Азот забезпечує синтез білку та ріст рослин. Соя реагує на початкові дози добрив (N_{30}) під час передпосівної культивації. Стартову дозу азоту слід вносити на бідних ґрунтах та неудобрених попередниках, а повну дозу азоту (N_{60-80}) – у разі неефективної роботи бульбочок [21].

Дослідження ІСГС НААН свідчать, що біопрепарат Ризобофіт дає приріст врожаю сорту Медея 0,15 т/га. Внесення мінеральних добрив дає приріст урожайності на 0,1–0,25 т/га, а при сумісній їх дії на 0,12–0,30 т/га. Вища врожайність сорту Медея при внесенні $N_{40}P_{40}$ під передпосівну культивацію та сумісно з інокуляцією – 2,15 і 2,19 т/га, прибавка до абсолютного контролю становила 0,24 і 0,29 т/га, або 12,6 і 14,3% [22].

В умовах Лісостепу України внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{60}K_{60} + N_{30}$, обробка насіння Ризоторфіном та стимулятором росту дала врожайність 26,3–27,7 ц/га, що вище на 7,3–10,7 ц/га до контролю [23].

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ на фоні Ризоторфіну дало вищу урожайність сорту сої Агат – 2,9 т/га, сорту Київська 27 – 2,5 т/га та найбільший вміст білку [24].

В дослідях проведених в умовах північного Лісостепу з сортом сої Єлена виявлено, що вищий врожай (34 ц/га) дає внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}K_{45} + N_{15}$, приріст врожаю становив 28% [25].

За даними В. В. Лихочвор [26], ефективним є внесення під сою фосфорних і калійних добрив у нормі 45–60 кг/га під час основного обробітку ґрунту.

При умові вирощування сої на ґрунтах з підвищеним вмістом фосфору й калію вищий врожай сої отримують при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{40}K_{40}$ або $N_{60}P_{60}K_{60}$ [27]. Підвищення дозування фосфору й калію до 60 кг/га на фоні азоту в дозі 40 кг/га не викликало підвищення урожайності.

У результаті досліджень в умовах східного Лісостепу встановлено вплив мінеральних добрив на ріст рослин сої. Польова схожість при цьому зростала у сорту Романтика на 1,6–3,6%, у сорту Аннушка на 1,3–3,3%. Вживання рослин протягом вегетації збільшилось у сорту Романтика на 27–45 тис./га (5,3–6,7%), у сорту Аннушка на 26–40 тис./га (5,5–6,8%).

Основне удобрення сої восени або навесні проводять добривами: діамофоска ($N_{10}P_{26}K_{26}$), або нітроамофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$) та різних сумішей з необхідним співвідношенням основних елементів живлення.

Згідно рекомендацій науковців, якщо під оранку не внесли мінеральні добрива під сою, то їх вносять під передпосівну культивуацію рано навесні в дозі NPK 20–40 кг/га д. р. [21, 23].

Для механізованого збирання врожаю сої та зниження втрат важливим показником є висота прикріплення нижнього боба. Збільшення його відмічалось при застосуванні мінеральних добрив, де у сорту Романтика приріст склав 1,0–2,5 см, у сорту Аннушка 0,4–4,2 см. Кількість бобів з рослини при внесенні добрив зросла на 2,1–4,5 і 1,6–4,4 шт., кількість насінин на 3,1–8,2 і 3,1–9,9 шт., маса насіння на 0,4–1,0 та 0,6–1,2 г, маса 1000 насінин на 0,2–0,7 і 1,3–3,2 г [27].

Вирішення питання азотного живлення сої є суперечливим. За оптимальних умов симбіозу мінеральні азотні добрива не збільшують врожайність сої, або навіть знижують [20, 22]. Ряд вчених вказує на відсутність значного ефекту від мінеральних добрив [11, 23]. Серед причин таких результатів це різні ґрунтові умови, з певною реакцією середовища, забезпеченістю елементами живлення, активністю симбіозу тощо [19, 21].

В Дослідженнях О. В. Бараболя та М. Ю. Найдьон [28] виявлено, що висота рослин у фазі повної стиглості при внесенні N_{30} на фоні застосування $P_{60}K_{60}$ зростала до контролю на 4,2 см, N_{60} – 10,1 см, N_{90} – 11,9 см, на фоні внесення тільки фосфорно-калійних добрив під основний обробіток – на 2,6 см. Висота прикріплення нижнього бобу також збільшувалась при внесенні мінеральних добрив. Так, при N_{30} – на 1,4 см, N_{60} – 1,6 см, N_{90} – на 3,0 см,

$P_{60}K_{60}$ – на 0,5 см. Кількість бобів при внесенні азотних добрив становила 18,4-20,6 шт./росл., що вище за контроль на 6,0-8,2 шт./росл., на фоні тільки $P_{60}K_{60}$ вона була 15,5 шт./росл., у контролі – 12,4 шт./росл. Кількість насіння також значно перевищувала контроль (22,7 шт.) при внесенні азотних добрив на 11,8-14,3 шт., на фоні фосфорно-калійних – на 6,9 шт.

Маса насіння також значно залежала від внесення азотних добрив. Так, при застосуванні N_{30} на фоні внесення тільки фосфорно-калійних добрив вона збільшилась до контролю (3,11 г) на 2,0 г, N_{60} – на 2,06 г, N_{90} – на 3,19 г, на фоні тільки $P_{60}K_{60}$ – на 1,24 г. Також, на фоні азотних добрив маса 1000 насінин становила 147,5-148,8 г, на фоні фосфорно-калійних – 146,8 г, у контролі – 137,2 г. Тобто перевищення до контролю на фоні сумісного застосування добрив становило 10,3-11,6 г.

Врожайність сої в значній мірі залежала від дії мінеральних добрив. При внесенні N_{30} на фоні ($P_{60}K_{60}$) прибавка врожаю становила 4,2 ц/га, N_{60} – 5,8 ц/га, N_{90} – 7,6 ц/га, фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) – на 2,1 ц/га. Покращення умов азотного живлення сої позитивно діяло на збільшення вмісту білка в насінні. При внесенні азотних мінеральних добрив його вміст збільшувався на 0,7–2,4 % порівняно до контролю (34,1%). Внесення азотних добрив викликало зменшення вмісту жиру в насінні на 1,2–2,8 % порівняно з контролем (21,4%). При внесенні мінеральних добрив $P_{60}K_{60}$ вміст жиру зменшився на 2,9% до контролю. Рекомендується за відсутності передпосівної інокуляції насіння сої вносити азотні добрива на фоні фосфорно-калійних. Це дозволить забезпечити високу урожайність 25,5 ц/га у варіанті із внесенням азоту в дозі N_{90} . Перевищення до контролю без добрив становить 7,6 ц/га (42%) [28].

Таким чином, застосування мінеральних добрив є суттєвим способом підвищення показників продуктивності сої. Ефективність їх дії визначається співвідношенням елементів живлення, типом ґрунту, сорту, кліматичних умов, тому потребує детального дослідження.

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА УМОВ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організаційно-економічні умови господарства

Полеві дослідження були проведені на демонстраційному полі ТОВ «Воронівка», що розташоване в с. Воронівка Новоукраїнського району, Кіровоградської області. Відстань до районного центру становить 15,1 км, до м. Кропивницький – 54,2 км.

Загальна площа господарства становить 982 га. Структура посівних площ господарства наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Структура посівних площ ТОВ «Воронівське»

Культури	Рілля			
	га		%	
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Озимі культури – всього в т.ч.	282	267	28,2	27,2
- озима пшениця	156	158	15,6	16,1
- озимий ячмінь	126	109	12,6	11,1
Ярі культури – всього в т.ч.	352,5	337	35,3	34,3
- кукурудза на зерно	299,5	208	30,0	21,2
- горох	53	129	5,3	13,1
Технічні культури – всього в т.ч.	362,5	378	36,3	38,5
- Соняшник	268,5	287	26,9	29,2
- Соя	94	91	9,4	9,3
Всього	997	982	100	100

В господарстві вирощуються озимі культури – озима пшениця та озимий ячмінь, ярі культури – кукурудза та горох, технічні культури – соняшник та соя. Найбільшу площу в господарстві у 2022 р. займала кукурудза – 299,5 га (30%), у 2023 р. – соняшник – 287 га (29,2%). Частка озимих культур, зокрема пшениці становила 15,6-16,1%. Площі під горохом

зросли від 5,3 до 13,1% у вказані роки. Соя в господарстві висівається на площі 91-94 га, що становить 9,3-9,4%.

В таблиці 2.2 наведено показники врожайності та валовий збір сільськогосподарських культур, що вирощуються в ТОВ «Воронівське».

Таблиця 2.2.

Урожайність та валовий збір сільськогосподарських культур ТОВ
«Воронівське»

Культури	Урожайність, ц/га		Валовий збір, т	
	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
озима пшениця	63,0	74,1	982,8	1170,8
озимий ячмінь	45,0	62,0	567,0	675,8
кукурудза на зерно	64,3	80,0	1925,8	1664,0
горох	17,0	30,3	90,1	390,9
соняшник	29,8	35,6	800,1	1021,7
soя	17,0	22,5	159,8	204,8

За результатами таблиці 2.2 показники продуктивності сільськогосподарських культур господарства наближені до середніх по району. Найбільший валовий збір господарство отримує від вирощування кукурудзи на зерно 1926-1664 т, озимої пшениці – 983-1171 т, соняшнику – 800-1022 т. Рівень врожайності сої в господарстві в останні роки становив 17,0-22,5 ц/га, що також відповідає середньому рівню, при цьому валовий збір становив 160-205 т.

ТОВ «Воронівське» забезпечене сільськогосподарською технікою, що наведено в таблиці 2.3.

Господарство має достатню оснащеність сільськогосподарською технікою. Це дозволяє якісно в оптимальні строки проводити всі технологічні операції.

Таблиця 2.3.

Сільськогосподарська техніка ТОВ «Воронівське»

Найменування	Кількість, шт.
Трактори:	
NewHolland 6050	2
NewHolland 8040	1
Claas 940	1
MT3-82	3
MT3-92	1
ХТЗ 170	1
Плуги:	
ПЛН-5-35	2
Lemken Diamant 11	1
Борони:	
Sunflower 4	1
АГ-2,4	1
Ротаційна борона БРН-3,5А	1
Борона дискова ЛДГ-10	1
Культиватори:	
КПС-4	4
Моріс 10 м	1
Компактомат 800	1
КРН-5,6	4
Котки:	
Sunflower 6	1
ЗККШ -6	1
Сівалки:	
СЗ-3,6	1
просапна сівалка Массей Фергусон -12	1
просапна сівалка Веста	1
Комбайн NewHolland CX 8080	1
Розкидач добрив Унія 950	1
Оприскувач Унія 3024	1
Перегрузчик Кобзаренка – 1 шт.	3
Машини для транспортування продукції	
Камаз	1
ЗІЛ 131	2
ГАЗ – 52	1
УРАЛ	1

За необхідності для виконання агротехнічних прийомів залучається орендована техніка.

2.2. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови господарства

ТОВ «Воронівське» за агрокліматичним районуванням відноситься до зони північного Степу України. Дана територія характеризується помірним континентальним кліматом.

Рельєф території господарства рівнинний містить балки і яри, розчленований долинами річок Чорний Ташлик та Куца Балка. Ґрунтовий покрив господарства – чорноземні ґрунти, корисні копалини – глина і граніт.

Ґрунтовий покрив дослідної ділянки – це чорнозем звичайний середньогумусний глибокий важкосуглинковий, скипає з глибини 50-55 см. Ґрунтовий вбирний комплекс насичений основами Са та Mg у співвідношенні 5:1. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН 6,6), глибина гумусового прошарку близько 63 см.

Вміст гумусу в орному шарі становить 4,0%, вміст основних елементів живлення (за Чириковим) складає: азоту, що гідролізується – 10,3 мг/100 г, рухомого фосфору – 10,7 мг/100 г, обмінного калію – 11,6 мг/100 г ґрунту. Таким чином, ґрунт дослідної ділянки має середні показники родючості.

Клімат – помірно-континентальний. Забезпеченість теплом достатня, за умовами зволоження для неї характерна недостатня кількість опадів. Клімат території формується під впливом вологих повітряних мас, які рухаються з заходу у північно-східному напрямі. При переміщенні на схід вологість повітря зменшується.

На протязі року опади випадають нерівномірно. Менша їх кількість випадає взимку, на період з початку квітня до кінця серпня їх кількість значно збільшується, переважно у вигляді зливових дощів.

Середньорічна сума опадів за рік становить близько 500 мм, а гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК) складає 1,0. Більша кількість опадів припадає на літній період.

Досить часто весняно-літній період характеризується незначною кількістю опадів. Дана територія потерпає від періодичної нестачі вологи, що

припадають на критичні періоди розвитку сої – в період цвітіння-наливу насіння. Все це викликає в окремі роки значні втрати врожаю.

Середній абсолютний температурний мінімум становить $-35,0^{\circ}\text{C}$, середня температура повітря у січні $-5,5^{\circ}\text{C}$. Середній абсолютний температурний максимум складає $+38,0^{\circ}\text{C}$, середня температура у липні $+20,3^{\circ}\text{C}$.

Дати стійкого переходу температури повітря через 0°C це 11.03 і 03.12, через $+5^{\circ}\text{C}$ – 31.03 і 04.11, через $+10^{\circ}\text{C}$ – 20.04 і 09.10, через $+15^{\circ}\text{C}$ – 18.05 і 11.09. Кількість днів з температурою вище 0°C становить 265 діб, вище $+5^{\circ}\text{C}$ – 213 діб, вище $+10^{\circ}\text{C}$ – 167 діб, вище $+15^{\circ}\text{C}$ – 120 діб. Сума активних температур, що перевищує $+10^{\circ}\text{C}$ складає 2845°C , сума ефективних температур – 1155°C .

Зима малосніжна, м'яка з відлигами, характеризується підвищенням температури повітря до $+10^{\circ}\text{C}$. Неглибокий сніговий покрив тримається як правило недовго, встановлюється у I-III декаді грудня і тримається до III декади лютого – I декади березня. Середня глибина снігового покриву складає 5-7 см, максимальна до 46 см.

Навесні спостерігається досить різке підвищення температури повітря у квітні-травні. В першій декаді квітня шар ґрунту 0-10 см прогрівається до $+10^{\circ}\text{C}$, на початку травня до $+15^{\circ}\text{C}$.

Літо характеризується теплою та малохмарною погодою, але з ґрунтовими та повітряними посухами.

Осінь часто з похмурими днями, нічними приморозками та поступовим спаданням температури повітря.

За кліматичними умовами середовище господарства є сприятливим для вирощування багатьох сільськогосподарських культур, можливі роки з несприятливими погодними умовами за кількістю опадів та доступної вологи.

Погодні умови 2022-2023 рр. дещо різнились у певні періоди росту сої (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Середньодобова температура повітря та кількість опадів в умовах ТОВ
«Воронівка» Новоукраїнського району Кіровоградської області (2022-2023
рр.)

Місяць	Декада	Температура повітря, °С		Кількість опадів, мм	
		2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Квітень	I	5,7	7,9	15	30
	II	8,3	9,8	18	45
	III	10,3	10,3	52	8
За місяць		8,1	9,3	85	83
Середньобагаторічне		8,8		36	
Травень	I	12,4	12,2	16	0
	II	14,6	17,0	26	0
	III	16,7	18,0	16	24
За місяць		14,6	15,7	58	24
Середньобагаторічне		15,9		45	
Червень	I	21,2	19,1	16	3
	II	21,3	20,3	0	6
	III	21,4	21,2	23	63
За місяць		21,3	20,2	39	72
Середньобагаторічне		18,6		66	
Липень	I	22,7	22,1	35	41
	II	19,0	21,7	20	1
	III	23,4	21,1	15	11
За місяць		21,7	21,6	70	53
Середньобагаторічне		20,3		72	
Серпень	I	21,6	22,6	7	66
	II	21,9	23,1	68	0
	III	23,0	24,7	4	0
За місяць		22,2	23,5	79	66
Середньобагаторічне		19,5		48	

У квітні переважала помірно тепла дощова погода, відмічалось стійке прогрівання ґрунту. Середньомісячна температура повітря у 2022 р. складала 8,1 °С, у 2023 р. – 9,3 °С. Кількість опадів в роки досліджень становила 85 та 83 мм, що значно перевищувало середньобагаторічний показник (36 мм).

Травень у 2023 р. видався більш теплим, ніж у 2022 р. Температура повітря була 15,7 °С, що відповідає середньому показнику, тоді як у 2022 р.

травень був досить прохолодним з температурою повітря 14,6 °С, що менше норми на 1,3 °С. Кількість опадів була більшою у 2022 р. – 58 мм, що складає 129% норми. У 2023 р. кількість опадів становила 53% від середнього показника.

Червень у роки досліджень за температурою повітря перевищував норму на 2,7 та 1,6 °С. В третій декаді червня спостерігалась нестійка з опадами, в окремі дні з грозами погода. Більша кількість опадів була у 2023 р. – 109% норми, у 2022 р. вона була недостатньою – 59%.

В липні переважала помірно тепла погода, середньомісячна температура в роки спостережень складала 21,6-21,7 °С, що перевищувало норму на 1,3-1,4 °С. У 2022 р. кількість опадів дорівнювала середньому показнику, тоді як у 2023 р. була – 73,6% від норми. Протягом місяця відмічались дощі різної інтенсивності.

Серпень був спекотним, температура повітря перевищувала середній показник на 2,7 та 4,0 °С, що сприяло швидкому одночасному досягненню сої. Кількість опадів була вищою за норму і становила 164,6 та 137,5%.

Отже, гідротермічний коефіцієнт періоду вегетації сої сорту Златослава у 2022 р. складав 0,95, у 2023 р. – 1,14. Тобто у 2023 р. погодні умови сприяли формуванню дещо більшого рівня врожаю в основному через достатню кількість опадів яка припадала на фазу цвітіння та утворення бобів сої.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ДОБРІВ НА ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

3.1. Методика досліджень

Дослідження проводились протягом 2022-2023 рр. відповідно до загальноприйнятих методик [30, 31]. Закладено польовий дослід за схемою (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Схема дослідів

№	Варіанти дослідів
1	Контроль – без добрив
2	N ₃₀
3	P ₃₀
4	K ₃₀
5	N ₃₀ P ₃₀
6	P ₃₀ K ₃₀
7	N ₃₀ K ₃₀
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀

Повторність у досліді триразова, ділянки розташовані рандомізовано. Площа ділянок становила – 18 м².

Мінеральні добрива вносили навесні під передпосівну культивування розкидним способом по поверхні ґрунту. В якості азотного добрива (N₃₀) використовували аміачну селітру (NH₄NO₃ (34,4%)), в розрахунку фізична маса становила – 87 кг/га. Фосфорне добриво – суперфосфат (P₂O₅ (20%)), фізична маса – 150 кг/га. Калійне добриво – калійно-магнієве (K₂O (30%)), фізична маса – 100 кг/га.

В досліді проводили польові спостереження та лабораторні вимірювання показників.

Вивчали ранньостиглий сорт сої Златослава. Вегетаційний період становить 90-100 днів. Оригінатор сорту Інститут сільського господарства Степу НААН. Використовується на кормові та харчові потреби. Урожайність на рівні 2,5-3,0 т/га. У Державному Реєстрі від 2015 року [32].

Сорт стійкий до ураження стебловими гнилями, бактеріозом, септоріозом, вірусною мозаїкою та основними шкідниками. Колір підсім'ядольного коліна - фіолетовий. Рослини мають світле опушення та забарвлення стебла. Листок яйцевидної форми. Квітки фіолетового кольору. Кількість продуктивних вузлів становить 15-25 шт. Насіння має округло-видовжену форму та жовте забарвлення. Колір рубчика жовтий з білим вічком. Тип росту рослин індетермінантний. Маса 1000 насінин 140-160 г. Висота рослин в межах 80-100 см, прикріплення нижнього бобу 17-20 см. Рекомендована норма висіву 600-700 тис./га. Вміст олії 21-22 %, сирого протеїну 39-40%.

Під час проведення дослідів застосовували агротехнічні заходи прийняті у технології вирощування сої для степової зони. Оскільки попередником сої у досліді була озима пшениця, після її збирання провели лущення стерні на глибину 6–8 см. Основний обробіток включав оранку (ПЛН-5-35) на глибину ґрунту 22–25 см.

Навесні, як тільки ґрунт підсохне, проводили ранньовесняне боронування для зменшення випаровування вологи (КПС-4). Під передпосівну культивуацію за схемою дослідів вносили мінеральні добрива розкидним способом вручну. Передпосівну культивуацію проводили на глибину 4-6 см (передпосівний агрегат Компактомат 800), для заробки мінеральних добрив, додаткового розпушування ґрунту, вирівнювання поверхні та знищення ранніх сходів бур'янів.

Сівбу проводили 5 травня, при температурі ґрунту 10-12 °С. Норма висіву сої сорту Златослава 600 тис./га. Ширина міжрядь складала 45 см.

У досліді проводили такі обліки :

1. Фенологічні спостереження проводили по всьому досліді. Відмічали основні фази росту і розвитку сої. Початок фази визначали при початку її у 15% рослин, повну фазу - 75%.

2. Визначення густоти стояння рослин. Підрахунок рослин проводили під час повних сходів та перед збиранням. У варіантах досліді з I і III повторень закріплювали кілочками облікові ділянки 1 м² (2 рядки по 111 см) та визначали кількість рослин з облікової ділянки.

3. Вимірювання висоти і маси рослин у фазі наливу бобів. На ділянках досліді I та III повторень робили відбори по 20 рослин. В лабораторії визначали їх висоту і масу.

4. Визначення площі листя сої здійснювали методом «висічок». Для цього визначали площу і масу 60 висічок, масу листя всіх рослин проби в лабораторних умовах і наступні розрахунки по формулі:

$$S = M \cdot S_1 \cdot \pi / M_1, \text{ де}$$

S – площа листків, см²,

S₁ – площа однієї висічки, см²,

M – загальна маса листків, г,

M₁ – маса всіх висічок, г,

π – кількість висічок, шт.

5. Облік бульбочок також проводили у фазі наливу бобів. На варіантах досліді викопували по 5 типових рослин та в лабораторних умовах визначали кількість бульбочок на 1 рослину.

6. Показники структури врожаю включали вимірювання висоти до нижнього бобу, кількості бобів, кількості насіння та маси насіння. Визначення проводили перед збиранням врожаю. На варіантах досліді відбирали по 20 типових рослин. Показники визначали в лабораторних умовах.

7. Маса 1000 насінин. Відбирали два зразки по 500 шт. насінин і зважували з точністю до 0,1 г. Якщо різниця у вазі перевищувала 3%,

відбирали третій зразок. Масу 1000 визначали по 2-х зразках з меншим відхиленням.

8. Облік урожайності проводили зважуванням насіння з облікової площі ділянки. Урожайні показники обробляли методом дисперсійного аналізу.

9. Економічну ефективність результатів досліджень проводили згідно методичних рекомендацій кафедри загального землеробства [32].

10. Заходи з охорони праці та довкілля розробляли на основі праць В. Ц. Жидецького та ін. [35, 36].

3.2. Результати досліджень щодо впливу добрив на продуктивність сої

3.2.1. Тривалість періоду вегетації сої залежно від добрив

Важлива господарська ознака щодо ступеню адаптивності сортів до умов вирощування це тривалість періоду вегетації та окремих міжфазних періодів, що діє на насіннєву продуктивність рослин. Довжина вегетаційного періоду залежить від генетичних особливостей сортів, екологічних умов області вирощування та дії різних агротехнічних прийомів. Ранні сорти сої повинні гарантувати надійні терміни досягання з можливістю сівби озимих культур в оптимальні строки при мінімальних витратах енергії на післязбиральне досушування насіння сої.

В дослідженнях Фурман О. В. [11] проведених в Інституті біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (2013-2015 рр.) встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив в у нормі 60 кг/га д. р. під оранку не впливало на тривалість вегетаційного періоду скоростиглого сорту Вільшанка та середньостиглого сорту Сузір'я. Тоді як внесення азотних добрив під передпосівну культивуацію в нормі 30 кг/га д. р. викликало подовження тривалості періоду вегетації на 2-3 доби, а нормі 45 кг/га д. р. – ще додатково на одну добу. Такі результати підтверджуються

більшою тривалістю міжфазних періодів при застосуванні саме азотистих добрив. Так, довжина періоду повні сходи – налив насіння у скоростиглого сорту Вільшанка при внесенні азотних добрив в нормі 30 кг/га д. р. збільшувалась від 84 (при застосуванні $P_{60}K_{60}$) до 86 діб, а у середньостиглого сорту Сузір'я – від 90 до 93 діб. В результаті досліджень в умовах правобережного Лісостепу України встановлено тісні кореляційні зв'язки між довжиною періоду вегетації сої та гідротермічними умовами року і подовженням тривалості вегетації при застосуванні азотних добрив.

В наших дослідженнях з ранньостиглим сортом сої Златослава виявлено, що при внесенні азотних добрив в нормі 30 кг/га д. р. та азотно-калійних добрив відмічалось подовження міжфазних періодів на 1 добу. Це пояснюється тим, що при внесенні азотних добрив відмічалось інтенсивніше наростання площі листя і надземної маси рослин, що подовжувало їх період вегетації та затримку досягання.

В досліді період сівба – сходи складав 9 днів (від 5.05 до 14.05) у 2022 р. та 8 діб (від 5.05 до 13.05) у 2023 р. Період сходи – бутонізація тривав 29 діб, бутонізація – цвітіння – 11-12 діб, цвітіння – поява бобів – 13 діб.

Цвітіння сорту сої Златослава фіксували 22-23 червня, появу бобів 5-6 липня, налив насіння – 16-18 липня, повну стиглість 13-15 серпня.

Найбільша тривалість відмічена від наливу насіння – до повної стиглості рослин – 29 діб.

Таким чином, період вегетації сої в роки проведення досліджень становив 94 доби, що відповідає біологічним характеристикам сорту Златослава.

3.2.2. Вплив добрив на густоту стояння рослин сої

Важливим чинником формування показників продуктивності сої є густота рослин, яка впливає на формування оптимальної фотосинтетичної

діяльності, ефективність застосування мінеральних добрив і використання ґрунтової родючості.

Густоту рослин у досліді визначали двічі за вегетацію культури, закріплюючи фіксовані ділянки у варіантах, що закріплювали після сходів культури. Перший облік густоти рослин здійснювали при повних сходях, другий – перед збиранням врожаю. Перший облік дає можливість визначати польову схожість насіння, тоді як другий облік – виживання рослин за період вегетації. Рослини сої піддаються негативному впливу кліматичних та біотичних факторів умов довкілля у процесі свого росту і розвитку. Нестача вологи, або посухи у критичні фази періоду вегетації можуть викликати випадання рослин.

В роки проведення досліджень відмічалась певна відмінність показників. Зокрема найбільша густота рослин після сходів у 2022 р. була у варіанті з $N_{30}P_{30}$ – 54,9 шт./м², а у 2023 р. у варіанті з $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 55,2 шт./м², що перевищувало контрольний варіант на 3,8 та 2,9 шт./м² відповідно (рис. 3.1).

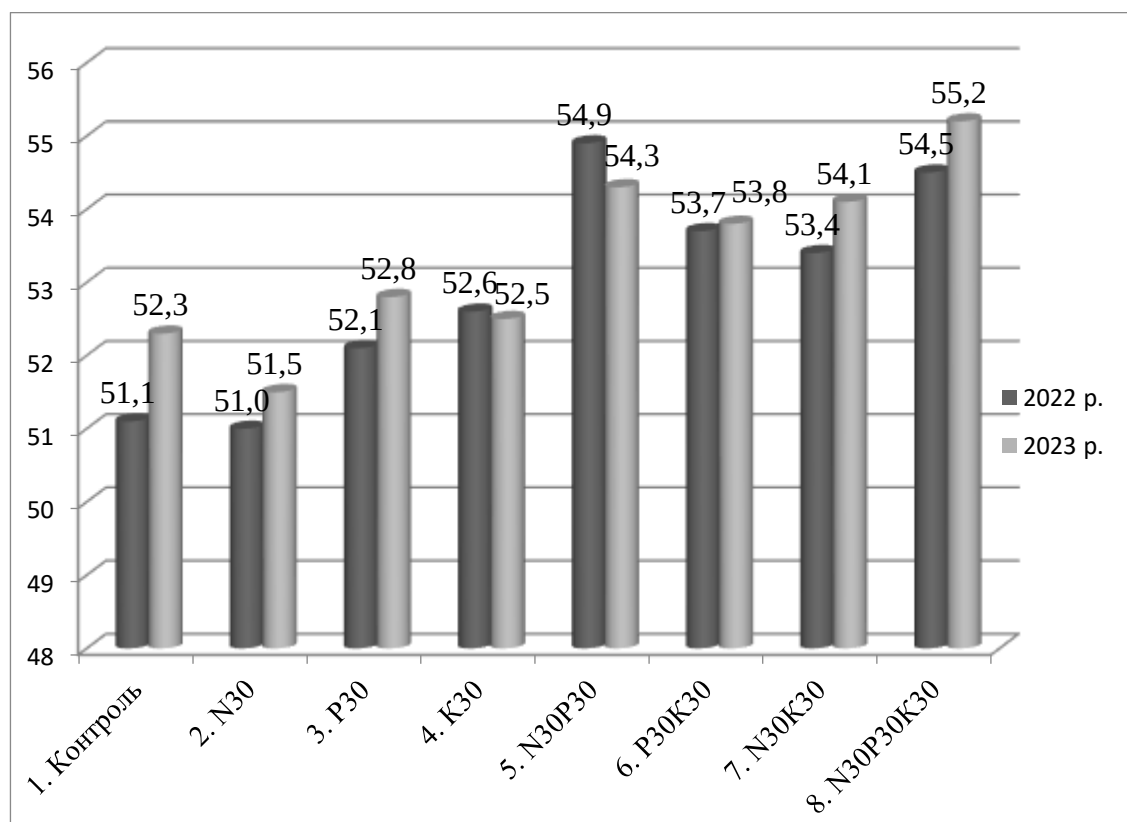


Рис. 3.1. Густота рослин сої після сходів залежно від дії добрив, шт./м²

За дворічними даними виявлено, що при застосуванні мінеральних добрив відмічалось збільшення густоти стояння рослин. Так, при внесенні $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник збільшився на 2,9 та 3,2 шт./м², при внесенні $P_{30}K_{30}$ і $N_{30}K_{30}$ – на 2,1 шт./м², при внесенні окремо K_{30} або P_{30} збільшення було меншим – на 0,8 шт./м². Лише застосування азотних добрив окремо викликало зменшення густоти рослин сої (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Вплив рівня удобрення на густоту рослин та польову схожість насіння сої
(2021-2022 рр.)

№ п/п	Варіанти дослідів	Густота стояння рослин після сходів, шт./м ²	Польова схожість, %
1	Контроль – без добрив	51,7	86,2
2	N_{30}	51,3	85,4
3	P_{30}	52,5	87,4
4	K_{30}	52,6	87,6
5	$N_{30}P_{30}$	54,6	91,0
6	$P_{30}K_{30}$	53,8	89,6
7	$N_{30}K_{30}$	53,8	89,6
8	$N_{30}P_{30}K_{30}$	54,9	91,4

Польова схожість насіння відображає показник густоти рослин. Найбільша схожість відмічена у варіанті з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 91,4%, що вище за контроль на 5,2%. При застосуванні азотно-фосфорного живлення приріст складав 4,8%, $P_{30}K_{30}$ і $N_{30}K_{30}$ – 3,4%.

Густота рослин під час повної стиглості у 2023 р. (рис. 3.2) перевищувала попередній рік в середньому на 1,3 шт./м².

Внесення азотно-фосфорних добрив дало більшу густоту рослин у 2022 р. – 51,3 шт./м², а повне мінеральне добриво у 2023 р. – 52,3 шт./м².

За дворічними даними густота рослин під час повної стиглості сої знизилась відносно показників на початку вегетації і була в межах 46,8-51,7 шт./м² (табл. 3.3).

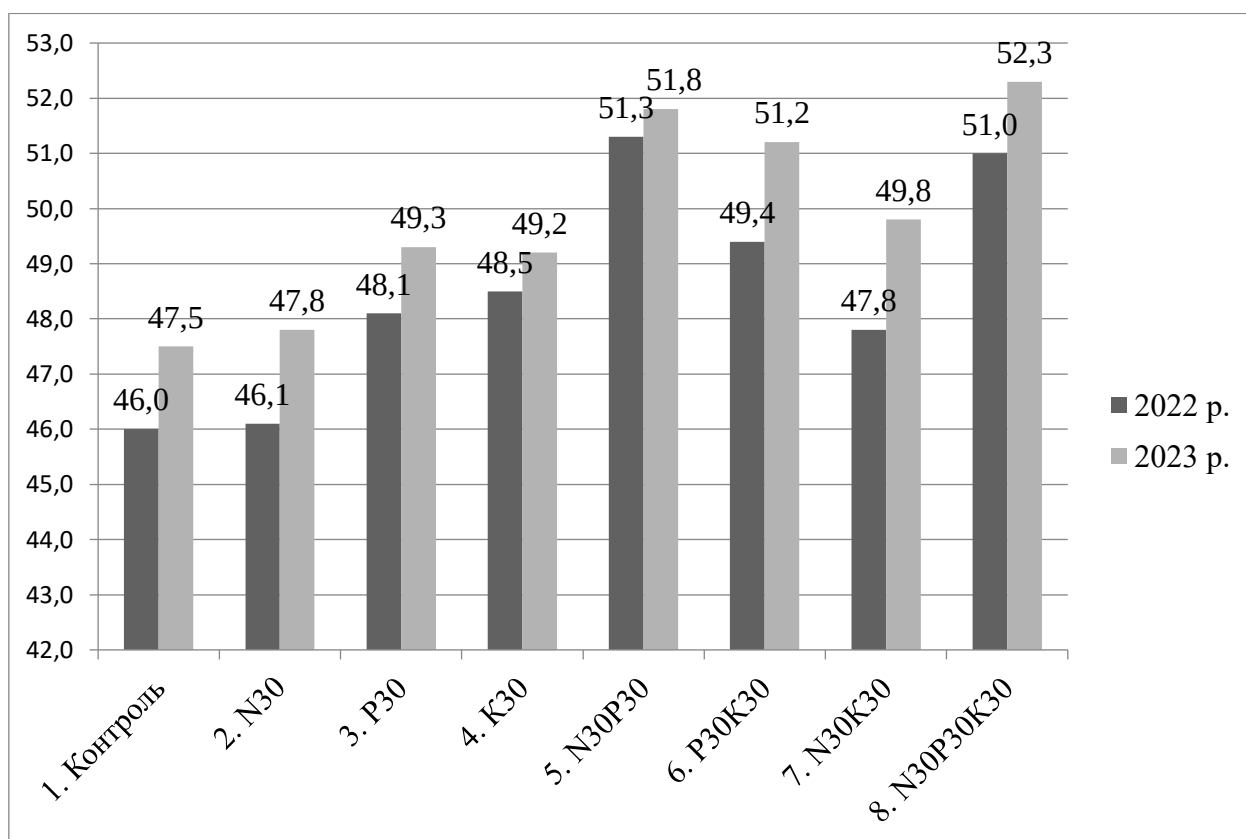


Рис. 3.2. Густота рослин сої під час повної стиглості залежно від дії добрив, шт./м²

Найбільша густота рослин була у варіантах, де вносили азотно-фосфорне та повне мінеральне добриво – 51,6-51,7 шт./м², що перевищило контрольний показник на 4,8-4,9 шт./м², або 10,3-10,5%.

Фосфорно-калійне живлення сої (P₃₀K₃₀) дало приріст до контролю на 3,5 шт./м², інші варіанти удобрення сої забезпечили приріст в межах 1,9-2,1 шт./м², зокрема при внесенні P₃₀, K₃₀, N₃₀K₃₀. У варіанті, де вносили тільки азотні добрива густота рослин залишалась на рівні контрольного варіанту.

Виживання рослин протягом періоду вегетації було вищим при застосуванні N₃₀P₃₀ – 94,4% та повного мінерального добрива – 94,2%. Фосфорно-калійне живлення забезпечило виживання рослин на рівні 93,6%. Найменшим показник був у варіанті з N₃₀K₃₀ – 90,8%. Удобрення сої за

допомогою P_{30} , K_{30} забезпечило майже однаковий показник виживання 92,9-93,0%.

Таблиця 3.3

Вплив рівня удобрення на виживання рослин сої

№ п/п	Варіанти дослідів	Густота стояння рослин перед збиранням врожаю, шт./м ²	Коефіцієнт виживання рослин до кількості сходів, %
1	Контроль – без добрив	46,8	90,4
2	N_{30}	47,0	91,6
3	P_{30}	48,7	92,9
4	K_{30}	48,9	93,0
5	$N_{30}P_{30}$	51,6	94,4
6	$P_{30}K_{30}$	50,3	93,6
7	$N_{30}K_{30}$	48,8	90,8
8	$N_{30}P_{30}K_{30}$	51,7	94,2

Отже, найбільша польова схожість насіння сої відмічена у варіанті з внесенням повного мінерального добрива – 91,4%, а виживання рослин при внесенні $N_{30}P_{30}$ – 94,4%. Інші варіанти забезпечували менші показники густоти рослин, схожості насіння та виживання рослин. Тільки при внесенні азотних добрив не відмічалось підвищення густоти рослин та схожості насіння до контролю.

3.2.3. Вплив добрив на висоту і масу рослин сої

Значний вплив на біометричні показники сої такі як висота і маса рослин має застосування добрив. Реакція рослин сої на елементи технології вирощування відзначається на зміні висоти рослин. Ростові процеси

відображають певною мірою продуктивність рослин, адже вони тісно пов'язані з наростанням надземної листкової поверхні.

Внесення мінеральних добрив, особливо азотних, сприяє збільшенню висоти і маси рослин сої, що доводиться результатами багатьох досліджень [15, 22, 26]. Зокрема в результаті досліджень О. В. Бараболя, М. Ю. Найдьон та ін. встановлено, що висота рослин на фоні внесення фосфорно-калійних добрив зростає на 2,6 см, при внесенні N_{30} – на 4,2 см [28].

Дослідження проведені на базі Хмельницької ДСГДС в умовах Правобережного Лісостепу показали, що внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ під передпосівну культивуацію сприяє збільшенню маси рослин сої сорту Легенда у фазі повної стиглості на 5,7 г, що становить 25,9% [29].

Подібна залежність відмічається і в наших дослідженнях, де визначали висоту і масу рослин сої у фазі наливу бобів. У 2023 р. маса рослин була в середньому 30,1 г, у 2022 р. – 25,9 г (додаток А).

За дворічними показниками встановлено, що найбільшу масу мали рослини у варіантах, де застосовували азотно-калійне та повне мінеральне добриво – 30,6-30,7 г, що вище від контрольного варіанту на 6,6-6,7 г, або 27,5-27,9%.

Таблиця 3.4

Вплив рівня удобрення на масу рослин сої (2022-2023 рр.), г

№ п/п	Варіанти дослідів	Маса рослин, г
1	Контроль – без добрив	24,0
2	N_{30}	29,8
3	P_{30}	26,3
4	K_{30}	26,2
5	$N_{30}P_{30}$	30,0
6	$P_{30}K_{30}$	26,6
7	$N_{30}K_{30}$	30,6
8	$N_{30}P_{30}K_{30}$	30,7

При внесенні $N_{30}P_{30}$ та N_{30} маса рослин була 30,0 та 29,8 г, що вище за контроль на 6,0 та 5,8 г.

Під впливом фосфорних, калійних добрив та їх суміші, маса рослин була на рівні 26,2-26,6 г, що більше від контрольного варіанту на 2,2-2,6 г.

Таким чином, застосування азотних добрив, як окремо так і сумісно з фосфорними та калійними добривами збільшувало масу рослин до контролю на 24,2-27,9%. Найбільшим показник був під дією повного мінерального живлення.

В роки проведення досліджень висота рослин сої різнилась між собою. Так, у 2022 р. вона варіювала в межах 63,8-67,8 см, у 2023 р. – в межах 66,9-74,9 см (рис. 3.3). У 2022 р. найбільша висота рослин відмічена у варіанті з азотним добривом (67,8 см), у 2023 р. з $N_{30}K_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 74,8-74,9 см.

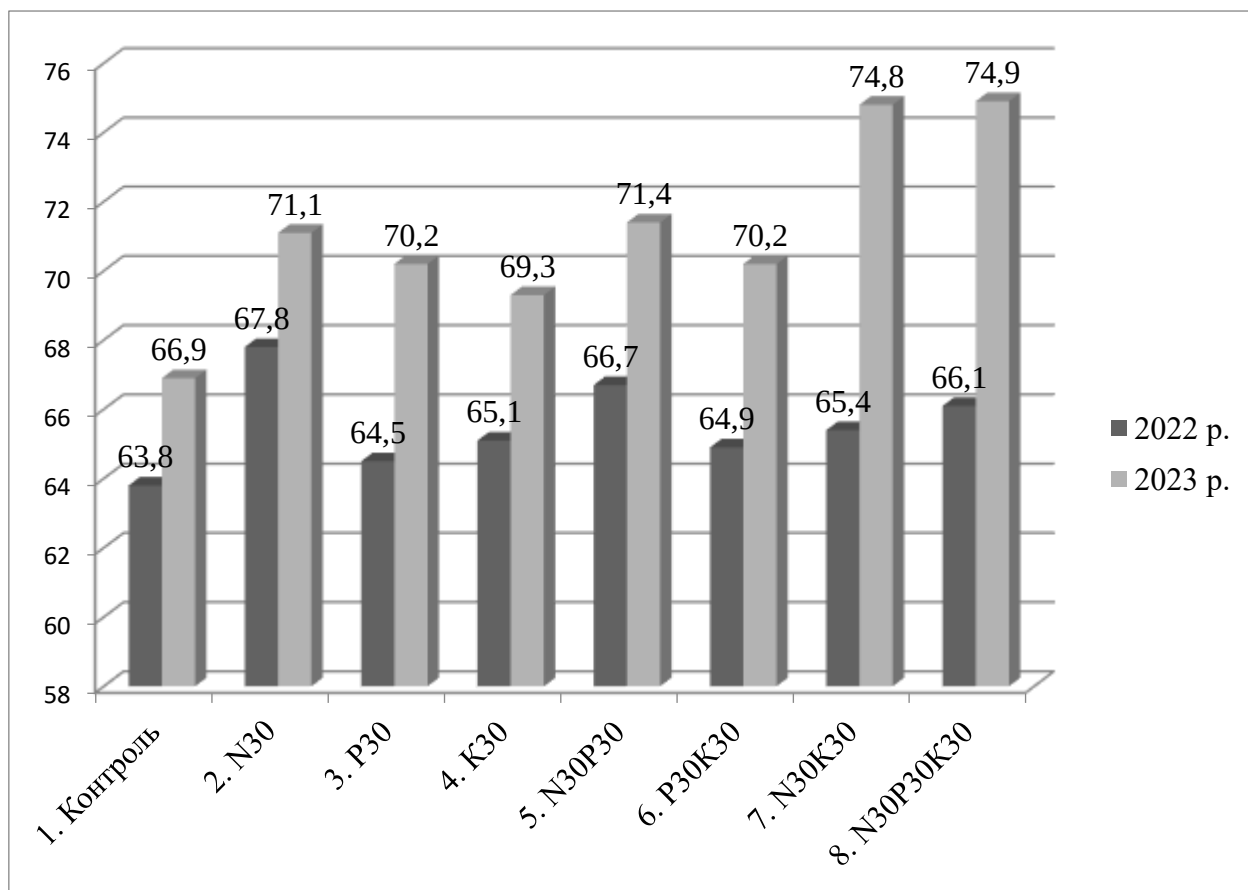


Рис. 3.3. Вплив добрив на висоту рослин, см

Висота рослин сої у фазі наливу насіння за дворічними даними складала 65,4-70,5 см (табл. 3.5).

Найменша висота рослин відмічена у контрольному варіанті, без внесення добрив – 65,4 см.

Таблиця 3.5

Вплив рівня удобрення на висоту рослин сої (2022-2023 рр.), см

№ п/п	Варіанти дослідів	Висота рослин, см
1	Контроль – без добрив	65,4
2	N ₃₀	69,5
3	P ₃₀	67,4
4	K ₃₀	67,2
5	N ₃₀ P ₃₀	69,1
6	P ₃₀ K ₃₀	67,6
7	N ₃₀ K ₃₀	70,1
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	70,5

Найбільшу висоту мали рослини при повному мінеральному живленні (70,5 см), що перевищило контроль на 5,1 см (7,8%).

При застосуванні азотно-калійного живлення висота рослин збільшувалась по відношенню до контролю на 4,7 см (7,2%).

Азотне добриво (N₃₀) сприяло збільшенню висоти рослин на 4,1 см, а азотно-фосфорне – на 3,7 см, що склало 6,3 та 5,6% відповідно.

При дії калійних та фосфорних добрив висота рослини збільшувалась в меншій мірі – на 1,8 – 2,2 см, або 2,7-3,4%.

Отже, суттєвому підвищенню висоти рослин сприяло застосування саме азотних добрив, приріст до контролю склав від 5,6 до 7,8%, тоді як фосфорні і калійні добрива – на 2,7-3,4%. Приріст висоти пояснюється дією азотних добрив застосування яких викликає інтенсивний ріст рослин та наростання надземної маси.

3.2.4. Кількість бульбочок на коренях рослин сої залежно від удобрення

Активність симбіотичного апарату сої залежить від ефективної взаємодії рослини-господаря та мікроорганізмів в певних ґрунтово-кліматичних умовах вирощування, елементів технології вирощування, зокрема, складу мінеральних добрив. Азот забезпечує синтез білку та ріст рослин сої. Зазначається, що соя позитивно реагує на початкові дози азотних добрив (20 – 30 кг/га) під час передпосівної культивації і молоді рослини використовують їх на початку росту. Але питання азотного живлення сої є суперечливим. Внесення мінерального азоту на ґрунтах, що містять спонтанні бульбочкові бактерії, негативно діє на утворення бульбочок на коренях сої. При сприятливому симбіозі з бульбочковими бактеріями мінеральні азотні добрива не підвищують врожайність та навіть можуть знизити її [5, 13, 20, 22]. Ефективність мінеральних добрив знижується в посушливих умовах, що часто спостерігається в північному Степу України [18, 21, 23].

Перевагою сої є те, що вона може формувати високу врожайність без мінеральних азотних добрив, за рахунок біологічної фіксації азоту з атмосфери, але висока продуктивність цієї культури визначається активним симбіозом. В той же час, в більшості наукових досліджень [11, 20, 22, 24], внесення фосфорних та калійних добрив сприяє збільшенню числа бульбочок на коренях сої.

З літературних джерел відомо, що найбільша кількість бульбочок формується в період цвітіння – налив бобів. Тому в досліді ми проводили облік бульбочок у фазі наливу бобів. На основі наших досліджень встановлено, що їх чисельність на одну рослину становила 26,1-54,5 шт./роsl. (табл. 3.6).

Найменша кількість бульбочок сформувалась при внесенні азотних добрив (26,1 шт./роsl.), зниження по відношенню до контролю (без добрив) складало 10,4 шт./роsl., або 28,5%.

Таблиця 3.6

Кількість бульбочок залежно від мінеральних добрив (2022-2023 рр.),
шт./рослину

№ п/п	Варіанти досліду	Кількість бульбочок, шт./рослину
1	Контроль – без добрив	36,5
2	N ₃₀	26,1
3	P ₃₀	48,6
4	K ₃₀	47,9
5	N ₃₀ P ₃₀	27,4
6	P ₃₀ K ₃₀	54,5
7	N ₃₀ K ₃₀	26,8
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27,9

Всі варіанти досліду, де вносили азотні добрива викликали зниження кількості бульбочок по відношенню до контролю. Так, у варіанті з N₃₀P₃₀ вона зменшувалась на 9,1 шт., з N₃₀K₃₀ – на 9,7 шт., з повним складом мінеральних добрив – на 8,6 шт., що становить 23,6-26,6%.

Застосування фосфорних і калійних добрив сприяло збільшенню кількості бульбочок на коренях сої. Так, у варіанті з P₃₀ їх число по відношенню до контролю зросло на 12,1 шт. (33,2%), у варіанті з K₃₀ – на 11,4 шт. (31,2%).

Найбільша кількість бульбочок утворилась у варіанті, де вносили фосфорно-калійні добрива 54,5 шт., що більше за контроль на 18,0 шт., або 49,3%.

Таким чином, застосування азотних добрив обумовлює зниження кількості бульбочок на 23,6-28,5%, тоді як застосування фосфорно-калійних добрив забезпечило приріст числа бульбочок на 49,3%, при застосуванні їх окремо – на 33,2 та 31,2% відповідно.

Подібні результати отримані у дослідженнях Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, що проводились на чорноземах типових Правобережного Лісостепу. Встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) під основний обробіток ґрунту забезпечує збільшення кількості бульбочок під час наливу бобів у середньостиглого сорту Сузір'я на 8,0 шт./роsl., або 38,6%, у скоростиглого сорту Вільшанка – на 6,7 шт./роsl., або 46,2%. Внесення азотних добрив (N_{45}) під передпосівну культивуацію також викликало зниження кількості бульбочок на 4,7 шт./роsl. (16,4%) та 1,8 шт./роsl. (8,5%) відповідно [16].

3.2.5. Площа листкової поверхні сої залежно від добрив

Формування оптимальної площі листя сої є важливою передумовою отримання максимального врожаю. Інтенсивність наростання листкової поверхні залежить від ряду природних та організаційних факторів, одним з них є забезпечення рослин елементами мінерального живлення. Дефіцит азоту впливає на утворення пігментних систем та хлоропластів. При нестачі фосфору і калію порушуються реакції фотосинтезу та зменшується його інтенсивність.

На основі проведених досліджень встановлено, що формування площі листкової поверхні в значній мірі залежало від складу мінеральних добрив. Даний показник варіював в широких межах – 938-1171 cm^2 /роsl. під час фази наливу бобів (табл. 3.7).

Внесення тільки азотного добрива сприяло суттєвому збільшенню площі листя рослин на 183 cm^2 , що складає 19,5%.

Найбільш ефективним виявилось азотно-фосфорне живлення рослин сої, що забезпечило приріст площі листя до контролю на 233 cm^2 , або 24,8%.

Азотно-калійне удобрення та повне мінеральне живлення сої дало приріст до контролю на рівні 212-215 cm^2 (22,6-22,9%).

Під дією фосфорних, калійних добрив та їх сумісної дії, площа листя рослин зростала на 129-163 см².

Таблиця 3.7

Площа листкової поверхні сої залежно від добрив (2022-2023 рр.), см²/росл.

№ п/п	Варіанти дослідів	Площа листкової поверхні, см ² /росл.
1	Контроль – без добрив	938
2	N ₃₀	1121
3	P ₃₀	1101
4	K ₃₀	1067
5	N ₃₀ P ₃₀	1171
6	P ₃₀ K ₃₀	1074
7	N ₃₀ K ₃₀	1153
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	1150

Таким чином, азотне добриво було ефективним щодо формування більшої площі листкової поверхні у рослин сої. Так, під дією азотно-фосфорного добрива вона була найбільша – 1171 см²/росл., що більше за контрольний варіант – на 233 см².

Окремої уваги заслуговує вплив мінеральних добрив на площу листкової поверхні сої з одиниці площі, що також враховує показник густоти стояння рослин. Мінеральні добрива мають важливу регулюючу та листкозберігаючу роль. Дія мінеральних добрив полягає в активному стимулюванні ростових процесів листкового апарату рослин, що відображають дані рисунку 3.4.

Застосування мінеральних добрив сприяло збільшенню площі листя відносно до контролю на 8,2-16,4 тис. м²/га. Під дією азотних добрив вона зростала на 9,3 тис. м²/га., фосфорних – 9,5 тис. м²/га, калійних – 8,2 тис. м²/га.

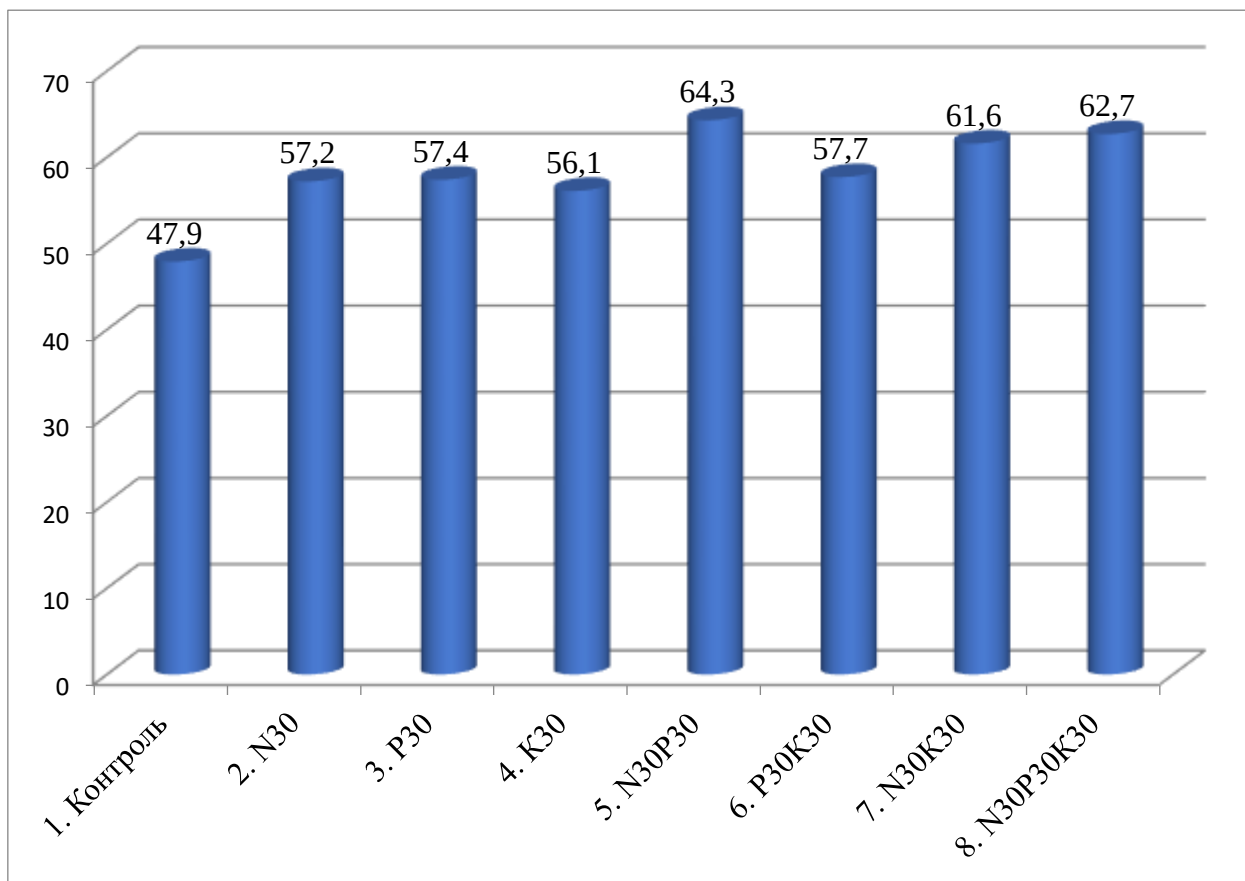


Рис. 3.4. Площа листя сої залежно від добрив (2022-2023 рр.), тис. м²/га

Азотні добрива у комплексі з фосфорними або калійними забезпечили формування більших показників площі листя. Так, при внесенні $N_{30}P_{30}$ вона зростала на 16,4 тис. м²/га (34,2%), $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 14,8 тис. м²/га (30,9%), $N_{30}K_{30}$ – 13,7 тис. м²/га (28,6%).

Отже, площа листя з одиниці площі була найбільшою при застосуванні азотно-фосфорних добрив – 64,3 тис. м²/га, приріст до контролю становив 34,2%. Під дією повного мінерального удобрення площа листя складала 62,7 тис. м²/га.

3.2.6. Вплив добрив на показники структури врожаю

Відомо, що структурні показники урожаю сої залежать від забезпечення елементами мінерального живлення. Сорти сої інтенсивного

типу більш вимогливіші до живлення і при оптимальному забезпеченні поживними речовинами здатні сформувати високу продуктивність [18, 23].

Індивідуальна продуктивність рослин відображає дію досліджуваних факторів на реалізацію генетичного потенціалу сортів. Збільшення продуктивності сої відмічається при достатній вологозабезпеченості рослин та кількості тепла.

Насіннева продуктивність рослин сої є мінливою величиною і визначається зміною кількості бобів та маси насіння з рослини. Відомо, що кількість бобів з одиниці площі є вихідним показником періоду цвітіння, кількість насінин – періоду наливу насіння, маса 1000 насінин – періоду достигання [10, 14].

За результатами наших досліджень виявлено, що використання мінеральних добрив мало суттєвий вплив на висоту кріплення нижніх бобів, кількість бобів та насіння на одній рослині, масу насіння з однієї рослини та масу 1000 насінин.

Втрати врожаю під час збирання визначаються висотою кріплення нижніх бобів. Цей показник був найменшим у контрольному варіанті та при застосуванні фосфорних добрив – 16,1 см (рис. 3.5).

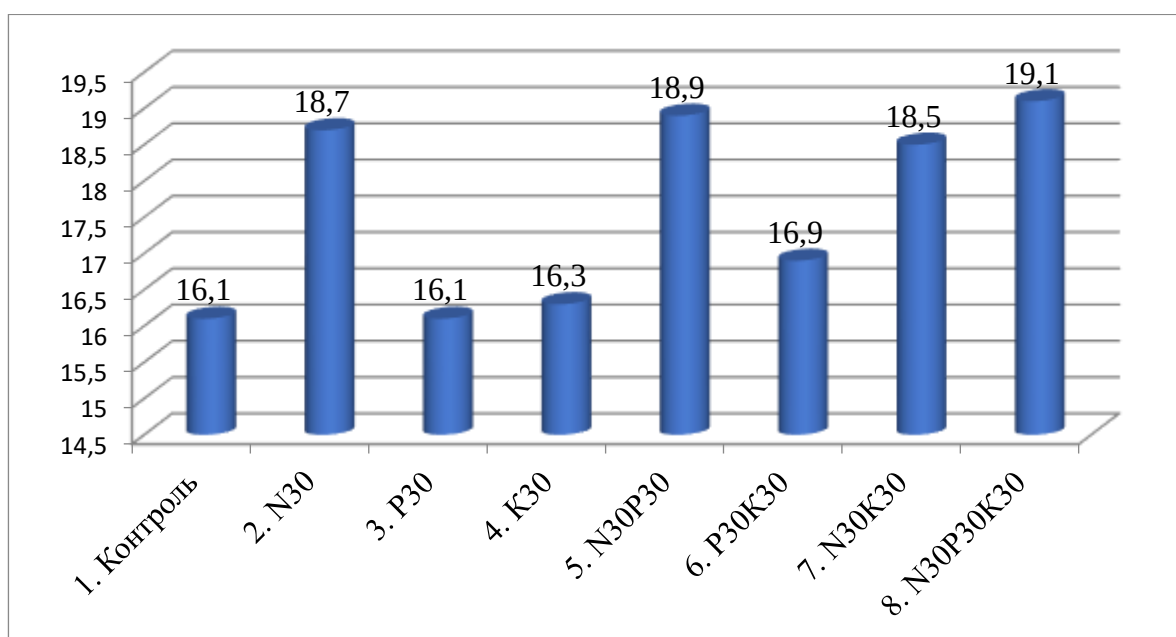


Рис. 3.5. Висота прикріплення нижніх бобів залежно від добрив (2022-2023 рр.), см

При внесенні азотних добрив цей показник зріс до 18,7 см, азотно-фосфорних – до 18,9 см, азотно-калійних – до 18,5 см. Найбільша висота прикріплення нижнього бобу відмічалась при повному мінеральному живленні – 19,1 см, що вище за контроль на 3,0 см, або 18,6%.

За результатами таблиці 3.8 слід відмітити, що кількість бобів з рослини була в межах 20,3-23,8 шт./роsl. В результаті застосування азотних добрив, як окремо, так і сумісно з фосфорними та калійними, відмічалось збільшення кількості бобів до контролю на 2,5-3,5 шт./роsl., або 12,3-17,2%.

Таблиця 3.8

Число бобів залежно від дії добрив (2022-2023 рр.), шт./роslину

№ п/п	Варіанти досліду	Кількість бобів, шт./роslину
1	Контроль – без добрив	20,3
2	N ₃₀	23,1
3	P ₃₀	21,1
4	K ₃₀	21,0
5	N ₃₀ P ₃₀	23,5
6	P ₃₀ K ₃₀	21,4
7	N ₃₀ K ₃₀	22,8
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	23,8

При застосуванні фосфорних і калійних добрив кількість бобів до контролю збільшувалась в меншій мірі – на 0,7-1,1 шт./роsl., або 3,4-5,4%.

У варіанті, де добрива не застосовували кількість насіння була найменшою – 39,4 шт., та зростала під дією мінеральних добрив (табл. 3.9). Внесення азотно-фосфорних, азотно-калійних та повного мінерального добрива виявилось найбільш ефективним щодо кількості насіння з рослини, де їх нараховувалось 48,1-48,5 шт.

У варіантах, де вносили тільки один вид добрив застосування саме азотних добрив було найбільш ефективним – приріст до контролю становив 6,0 шт. (15,2%).

Таблиця 3.9

Кількість насіння залежно від дії добрив (2022-2023 рр.), шт./рослину

№ п/п	Варіанти дослідів	Кількість насіння, шт./рослину
1	Контроль – без добрив	39,4
2	N ₃₀	45,4
3	P ₃₀	41,2
4	K ₃₀	41,4
5	N ₃₀ P ₃₀	48,1
6	P ₃₀ K ₃₀	43,2
7	N ₃₀ K ₃₀	48,5
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	48,1

Аналіз показників індивідуальної продуктивності рослин сої свідчить (табл. 3.10), що найбільша маса насіння становила 4,65 г з однієї рослини і утворилась у варіанті з внесенням азотно-фосфорного мінерального добрива (N₃₀P₃₀). Перевищення до контрольного варіанту становило 0,55 г (13,4%).

Внесення повного мінерального добрива дало приріст маси насіння по відношенню до контролю на 0,48 г, або 11,7%, тільки азотного добрива – на 0,41 г (10%). Застосування фосфорно-калійних добрив дало приріст маси насіння 0,28 г, або 6,8%.

Маса 1000 насінин варіювала в межах 138,5-146,8 г (табл. 3.11). Найбільша маса 1000 була при застосуванні повного мінерального добрива – 146,8 г, різниця до контролю складала 8,2 г (5,9%).

Таблиця 3.10

Маса насіння залежно від дії добрив (2022-2023 рр.), г/рослину

№ п/п	Варіанти дослідів	Маса насіння, г/рослину
1	Контроль – без добрив	4,10
2	N ₃₀	4,51
3	P ₃₀	4,20
4	K ₃₀	4,28
5	N ₃₀ P ₃₀	4,65
6	P ₃₀ K ₃₀	4,38
7	N ₃₀ K ₃₀	4,43
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,58

При внесенні азотно-фосфорних добрив показник маси 1000 насінин збільшився на 7,0 г, або 5,1%. Застосування фосфорних або калійних добрив не мало суттєвого впливу на масу 1000 насінин.

Таблиця 3.11

Маса 1000 насінин залежно від дії добрив (2022-2023 рр.), г

№ п/п	Варіанти дослідів	Маса 1000 насінин, г
1	Контроль – без добрив	138,6
2	N ₃₀	141,2
3	P ₃₀	138,5
4	K ₃₀	138,9
5	N ₃₀ P ₃₀	145,6
6	P ₃₀ K ₃₀	140,2
7	N ₃₀ K ₃₀	143,1
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	146,8

Визначення маси насіння з одиниці площі показало, що внесення азотно-фосфорних добрив було найбільш ефективним. Це пояснюється взаємодією показників індивідуальної продуктивності рослин та густотою стояння. При внесенні $N_{30}P_{30}$ маса насіння до контролю збільшилась на 49,9 г/м² (рис. 3.6).

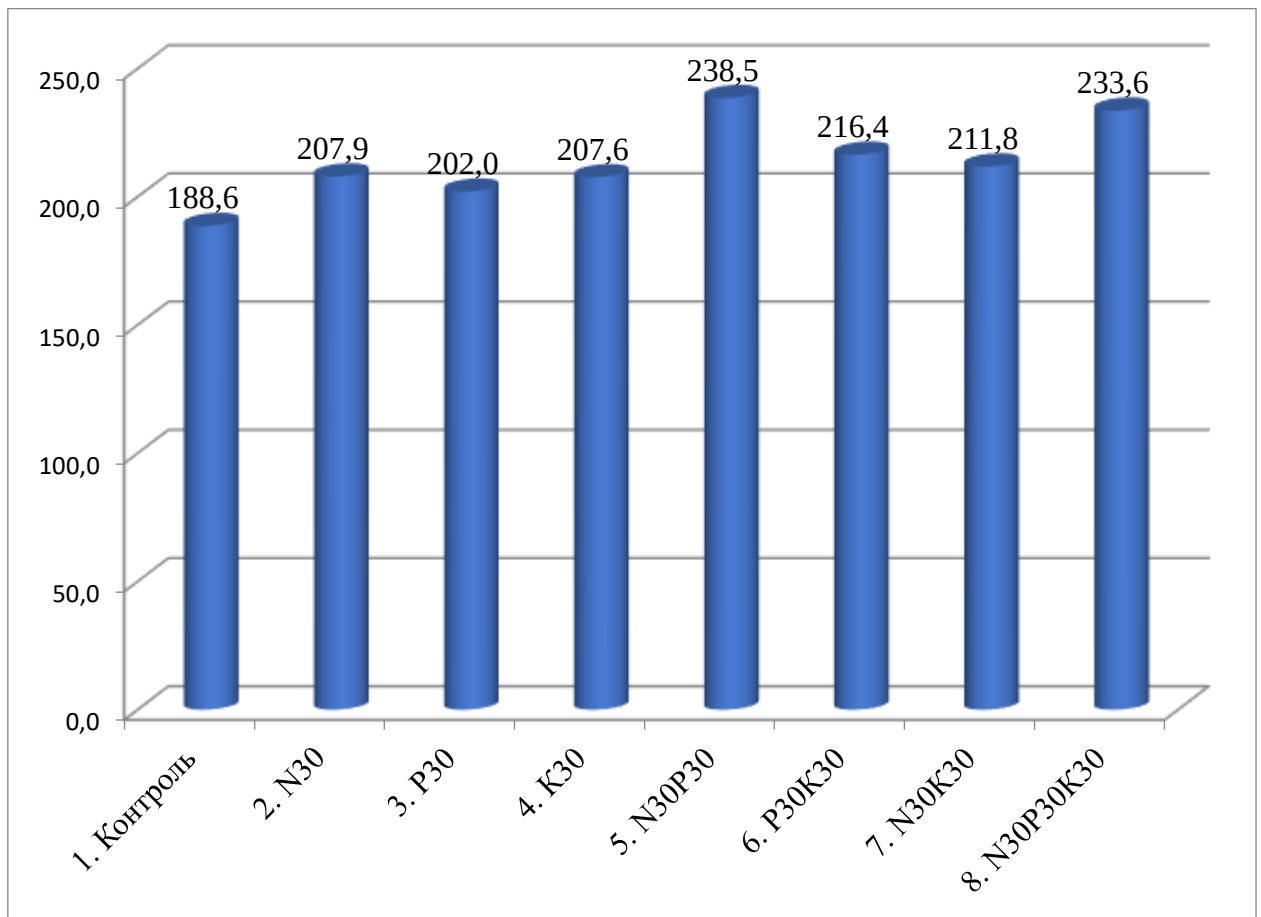


Рис. 3.6. Маса насіння з одиниці площі залежно від дії добрив (2022-2023 рр.), г/м²

Під дією повного мінерального добрива маса насіння також суттєво збільшувалась на 45 г, що складало 23,9%. Найменш ефективним виявилось внесення фосфорних добрив де приріст становив 13,4 г (7,1%).

Таким чином, формуванню найбільш сприятливих показників елементів структури врожаю сприяли варіанти дослідів, де були застосовані азотні добрива. Так, найбільша кількість бобів була у варіанті з внесенням

$N_{30}P_{30}K_{30}$ – 23,8 шт., кількість насіння при внесенні $N_{30}K_{30}$ – 48,5 шт., маса насіння при внесенні $N_{30}P_{30}$ – 4,65 г, маса 1000 насінин при внесенні $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 146,8 г, маса насіння з одиниці площі при внесенні $N_{30}P_{30}$ – 238,5 г, висота до нижнього бобу при $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 19,1 см. Отже, внесення азотних добрив у комплексі з фосфорними або калійними сприяло інтенсивному наростанню вегетативної маси, висоти рослин, формуванню більшої кількості бобів, насіння, їх маси та в кінцевому результаті збільшенню врожайності сої.

3.2.7. Урожайність сої залежно від складу мінеральних добрив

Урожайність насіння сої це складна властивість, що на 25-30% визначається генотипом сорту. Формування врожаю залежить від дії низки факторів та реакції на умови середовища. Зміна умов росту рослин проявляється в зміні елементів продуктивності.

На сьогодні є потреба у тому, щоб розробити елементи технології вирощування сої, що забезпечують високу врожайність при екологічно безпечних системах удобрення [15, 20, 22].

Рівень урожайності це головний показник доцільності застосування тих чи інших агротехнічних прийомів. В дослідженнях О. В. Бараболя, М. Ю. Найдьон та ін. [28] встановлено, що внесення фосфорно-калійних добрив $P_{60}K_{60}$ під основний обробіток ґрунту забезпечує прибавку врожаю 2,0 ц/га, внесення азотних добрив N_{30} під передпосівну культивуацію забезпечує прибавку 2,1 ц/га, або 10,5%.

В наших дослідженнях врожайність ранньостиглого сорту сої Златослава у 2022 р. становила 19,0-21,5 ц/га (табл. 3.12). Найменша вона була у варіанті без мінеральних добрив. Істотну прибавку врожаю забезпечило внесення $N_{30}P_{30}$ – 2,5 ц/га, $P_{30}K_{30}$ – 2,0 ц/га, $N_{30}K_{30}$ – 2,1 ц/га, $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 2,3 ц/га. Тобто застосування монодобрива не давало істотного приросту врожаю.

У 2023 р. врожайність сої становила 20,1-23,4 ц/га. Найбільшу врожайність отримали при повному мінеральному живленні (23,4 ц/га), на відміну від попереднього року, де був відмічений варіант з внесенням азотно-фосфорного добрива.

Таблиця 3.12

Врожайність сої залежно від удобрення, ц/га

№ п/п	Варіанти дослідів	2022 р.	2023 р.	Середнє	± до контролю, ц/га
1	Контроль – без добрив	19,0	20,1	19,6	–
2	N ₃₀	20,6	21,9	21,3	+1,7
3	P ₃₀	20,0	21,6	20,8	+1,2
4	K ₃₀	20,3	21,4	20,9	+1,3
5	N ₃₀ P ₃₀	21,5	23,1	22,3	+2,7
6	P ₃₀ K ₃₀	21,0	22,0	21,5	+1,9
7	N ₃₀ K ₃₀	21,1	22,3	21,7	+2,1
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	21,3	23,4	22,4	+2,8
	НІР ₀₅	1,9	2,1		

Внесення азотно-калійного добрива дало істотну прибавку врожаю – 2,2 ц/га, азотно-фосфорного – 3,0 ц/га, повного мінерального добрива найбільшу прибавку – 3,3 ц/га (НІР₀₅ = 2,1 ц/га).

За середніми даними всі варіанти з добривами забезпечували прибавку врожаю в межах від 1,2 до 2,8 ц/га. Під дією фосфорних і калійних добрив вона була 6,1-6,6% (1,2-1,3 ц/га). З монодобрив більш ефективним було застосування азоту (N₃₀), що дало прибавку 1,7 ц/га, або 8,7%. Фосфорно-калійне удобрення дало приріст врожаю 1,9 ц/га (9,7%), азотно-калійне – 2,1 ц/га (10,7%).

Найбільш ефективним було застосування азотно-фосфорного удобрення та повного мінерального добрива, що дало прибавку врожаю 2,7-2,8 ц/га, або 13,8-14,3%.

Отже, за результатами досліджень найбільш ефективним є удобрення сої $N_{30}P_{30}$ або $N_{30}P_{30}K_{30}$, що сприяє формуванню найбільшої врожайності ранньостиглого сорту сої Златослава – 22,3-22,4 ц/га та прибавки врожаю 2,7-2,8 ц/га.

РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ

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 [32].

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 ц 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 [33, 34]. Дані енергетичної ефективності наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Енергетична оцінка вирощування сої

Показники	Контроль	N ₃₀	P ₃₀	K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀	P ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ K ₃₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
Урожайність, т/га	1,96	2,13	2,08	2,09	2,23	2,15	2,17	2,24
Витрати сукупної енергії на 1 га, ГДж	15,58	15,62	15,61	15,61	15,65	15,63	15,64	15,76
Вихід з 1 га:								
- сухої речовини, т	3,93	4,27	4,17	4,19	4,47	4,31	4,35	4,49
- кормових одиниць, т	3,38	3,67	3,59	3,61	3,85	3,59	3,74	3,86
- перетравного протеїну, т	0,49	0,53	0,52	0,52	0,56	0,52	0,54	0,56
- валової енергії, ГДж	71,82	78,05	76,22	76,57	81,72	78,79	79,52	82,09
- обмінної енергії, ГДж	39,99	43,46	42,44	45,5	45,5	43,87	44,28	45,71
Енергоємність 1т, ГДж								
-сухої речовини	3,96	3,66	3,74	3,73	3,5	3,63	3,59	3,51
-кормових одиниць	4,61	4,25	4,35	4,33	4,07	4,36	4,18	4,08
-перетравного протеїну	31,72	29,28	29,96	29,82	28,02	30	28,76	28,08
Енергетичний коефіцієнт	4,61	5,00	4,88	4,90	5,22	5,04	5,09	5,21
Коефіцієнт енергетичної ефективності	2,57	2,78	2,72	2,91	2,91	2,81	2,83	2,90
Приріст валової енергії на 1 га, ГДж	56,2	62,4	60,6	60,9	66,1	63,2	63,9	66,3

Вихід валової енергії залежить від рівня врожайності сої. Виявлено, що вихід валової енергії був більшим при застосуванні $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ - 81,7-82,1 ГДж. Це вище за контроль на 9,9-10,3 ГДж. Чим вища врожайність сої, тим вищими є показники виходу валової енергії.

Вихід сухої речовини, кормових одиниць та перетравного протеїну з 1 га залежить в основному від рівня врожайності. При внесенні $N_{30}P_{30}K_{30}$ отримали вище значення – 4,49, 3,86 та 0,56 т відповідно.

Енергетичний коефіцієнт був вищим у варіантах, де застосовували $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 5,21-5,22.

Приріст валової енергії на 1 га підвищувався до 66,1-66,3 ГДж у варіантах з $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Отже, енергетичний аналіз свідчить, що при застосуванні $N_{30}P_{30}$ і $N_{30}P_{30}K_{30}$ відмічено більший енергетичний коефіцієнт – 5,21-5,22 та приріст валової енергії на 1 га – 66,1-66,3 ГДж.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДОБРИВ

5.1. Організація та структура служби охорони праці в господарстві

Згідно закону України «Про охорону праці» за охорону праці відповідає керівник господарства. Підприємство на якому працює менше десяти чоловік має право наймати людину зі сторони, яка і займається виконанням покладених обов'язків.

В сучасних умовах особливо важливе компетентне керівництво організацією охорони праці. Відповідно до діючих в умовах галузі положень, керівники встановлюють єдиний порядок роботи з охорони праці в структурних підрозділах, здійснюють оперативний контроль за станом охорони праці.

Керівники галузевих об'єктів раз на місяць розглядають стан охорони праці, заслуховують звіти начальників дільниць і головних спеціалістів про проведену з охорони праці роботу і вживають оперативні заходи щодо усунення виявлених недоліків і створення на об'єкті безпечних умов праці.

При виявленні грубих порушень правил та норм з охорони праці працівники служби вживають заходів щодо їх оперативного усунення або призупинення робіт на окремих дільницях, якщо це загрожує здоров'ю або життю працівників.

Служба охорони праці галузевих об'єктів має право не допускати до роботи тих, хто грубо порушує правила техніки безпеки та виробничі санітарні норми.

До обов'язків служби охорони праці входять: цільові і комплексні перевірки стану охорони праці в структурних підрозділах, організація перевірки технічного стану машин і механізмів, організація щодо забезпечення технічними засобами безпеки, забезпечення своєчасного складання паспортів санітарного і технічного стану робочих місць; контроль

за виконанням профілактичних робіт з охорони праці і заходів визначених органами державного нагляду. Працівники служби охорони праці можуть надсилати приписи обов'язкові для виконання в структурних підрозділах і через керівника організації притягати винних осіб, що порушили правила і норми з охорони праці, до відповідальності [35].

5.2. Техніка безпеки при застосуванні добрив

Всі роботи з добривами слід проводити у відповідності до санітарних вимог щодо зберігання, застосування, транспортування.

Склад з мінеральними добривами слід розмішувати з навітряного боку відносно до населеного пункту (з врахування панівних вітрів) на відстані не менше 200 м, а склади сумісного зберігання добрив і пестицидів – не менш 500 м.

Склади з аміачною селітрою необхідно утримувати як вогне- та вибухонебезпечні. В таких приміщеннях, де зберігається аміачна селітра не має бути дерев'яних конструкцій, крім вікон і дверей. Склади мають бути забезпечені протипожежними засобами. Слід обережно поводитись при роботі з аміаком, його суміш з повітрям вибухонебезпечна. Заборонено користуватись відкритим вогнем ближче, як за 10 м до складів з аміаком.

На складах, де проводиться робота з мінеральними добривами, повинні бути умивальники з милом, рушники, чиста вода, аптечка. Перед роботою склад з добривами провітрюють. Осіб, що працюють з добривами, забезпечують спецодягом та індивідуальними засобами захисту (гумовими рукавицями, пов'язками, респіраторами). Під час роботи з добривами в респіраторі через кожні 30 хв слід робити перерви на 5 хв. Більшість мінеральних добрив подразнює шкіру, тому під час перерви потрібно мити руки з милом.

Під час внесення добрив не слід знаходитись близько від робочих органів машини, при роботі дискових розкидачів – ближче, ніж за 50–80 м від них. Завантажують машини добривами тільки після їх зупинки.

5.3. Охорона довкілля при застосуванні добрив

Широке впровадження інтенсивних технологій вирощування передбачає використання підвищених норм органічних та мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних засобів. Це порушує природні умови і забруднює навколишнє середовище. Збереження навколишнього середовища повинно бути одним із найголовніших завдань при застосуванні добрив.

При застосуванні добрив забруднення середовища виникає внаслідок причин:

1. недотримання технологій зберігання, транспортування, підготовки і внесення добрив;
2. недотримання співвідношення застосування добрив у сівозміні та під культури;
3. порушення структури ґрунту, його ущільнення, нерівномірне внесення вапнякових та ін. видів добрив;
4. недосконалість хімічного складу добрив;
5. використання для удобрення культур відходів промисловості, сапропелів, фосфогіпсу та ін.;
6. забруднення повітря під час виробництва і використання добрив;
7. забруднення культур та кормів нітратами;
8. забруднення джерел води біогенними елементами.

Шляхи профілактики отруєнь пестицидами і добривами:

- дотримання норм, інструкцій з охорони праці під час роботи;
- застосування засобів індивідуального захисту;
- суворе дотримання кратності обробок посівів і норм витрат;

- проведення обробок на достатній відстані від населених пунктів, скотарень, водойм при дозованих швидкостях вітру;
- дотримання термінів від останньої обробки рослин до збору врожаю;
- застосування лише дозованих препаратів.

Дотримання вимог охорони праці, належна організація робіт дасть змогу провести догляд за посівами без отруєнь, професійних захворювань, травм і аварій [35, 36].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. В результаті проведених досліджень виявлено, що найбільша польова схожість насіння сої була у варіанті, де вносили повне мінеральне добриво – 91,4%, виживання рослин при застосуванні $N_{30}P_{30}$ – 94,4%. При внесенні тільки азотних добрив не відмічалось збільшення густоти рослин та схожості насіння.

2. Використання азотних добрив, окремо та сумісно з фосфорними і калійними, сприяло збільшенню маси рослин до контрольного варіанту на 24,2-27,9%, висоти рослин – на 5,6-7,8%. Найбільшим показник був при внесенні $N_{30}P_{30}K_{30}$. Збільшення показників пояснюється дією азотних добрив, що викликає інтенсивний ріст надземної маси рослин.

3. Застосування азотних добрив обумовлює зниження кількості бульбочок на 23,6-28,5%, тоді як фосфорно-калійні добрива сприяють приросту числа бульбочок на 49,3%.

4. Азотне добриво сприяло збільшенню площі листової поверхні у рослин сої. Під дією азотно-фосфорних добрив вона складала 1171 cm^2 /роsl., що вище за контроль на 233 cm^2 .

5. Найбільша кількість бобів була у варіанті з внесенням $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 23,8 шт., кількість насіння при $N_{30}K_{30}$ – 48,5 шт., маса насіння при $N_{30}P_{30}$ – 4,65 г, маса 1000 насінин при $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 146,8 г, маса насіння з одиниці площі при $N_{30}P_{30}$ – 238,5 г, висота до нижнього бобу при $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 19,1 см. Внесення азотних добрив у комплексі з фосфорними або калійними сприяло інтенсивному наростанню вегетативної маси і висоти рослин, формуванню більшої кількості бобів, насіння та збільшенню врожайності сої.

6. Удобрення сої $N_{30}P_{30}$ або $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяє формуванню найбільшої врожайності ранньостиглого сорту сої Златослава – 22,3-22,4 ц/га, прибавка врожаю складає 2,7-2,8 ц/га.

7. Енергетичний аналіз свідчить, що при застосуванні $N_{30}P_{30}$ та $N_{30}P_{30}K_{30}$ відмічено більший енергетичний коефіцієнт – 5,21-5,22 та приріст валової енергії на 1 га – 66,1-66,3 ГДж.

Отже, в умовах північного Степу України удобрення ранньостиглого сорту сої Златослава слід проводити $N_{30}P_{30}$ або $N_{30}P_{30}K_{30}$ навесні під передпосівну культивуацію, що забезпечить більшу врожайність 22,3-22,4 ц/га, прибавку врожаю 2,7-2,8 ц/га, енергетичний коефіцієнт – 5,21-5,22 та приріст валової енергії на 1 га – 66,1-66,3 ГДж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мазур В. А., Ткачук О. П., Панцирева Г. В., Купчук І. М. Соя в інтенсивному землеробстві. Вінниця : «Нілан-ЛТД», 220 с.
2. Соя – стратегічна культура світового землеробства : бібліогр. покажч. Полтав. держ. аграр. акад., [уклад. І. І. Фіненко ; наук. ред. Л. Г. Білявська ; відп. за вип. Л. О. Снітко]. Полтава : ПДАА, 2017. 100 с.
3. Нетіс В. І. Оптимізація елементів технології вирощування сої на зрошуваних землях півдня України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 „Рослинництво”. Херсонський державний аграрний ун-т. Херсон, 2018. 23 с.
4. Нагорний В. І. Розміщення сої в короткоротаційних сівозмінах. Агроном. 2013. № 4. С. 112–114.
5. Січкарь В. І. Соя: підвищений вміст білка й жиру в насінні. Насінництво. 2012. № 10. С. 18–21.
6. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю. Агроекологічні заходи вирощування рослин сої в умовах Київського Полісся. Науковий вісник Національного аграрного університету. 2008. Вип. 129. С. 99–103.
7. Кондратюк С. О., Стригун О. О., Гаманова О. М. Мистецтво вирощування сої. Агроном. 2015. № 2. С. 114–119.
8. Іванюк С. Сучасна селекція сої. Агробізнес сьогодні. 2014. № 17. С. 14–20.
9. Вожегова Р., Клубук В. Сорти сої півдня України. Аграрний тиждень. Україна. 2015. № 10. С. 44–46.
10. Чернищенко 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.
11. Фурман О. В. Тривалість вегетаційного періоду та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від технологічних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. 2019. № 109. Частина 1. С. 148–154.

12. Морозов В. В., Писаренко П. В., Суздаль О. С. Нові сорти сої в умовах Південного регіону України на зрошенні та богарі залежно від густоти стояння рослин. Таврійський науковий вісник. 2012. Вип. 81. С. 132–135.

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

14. Бабич А. О., Бабич–Побережна А. А. Розвиток селекції і перспективи виробництва сої. Вісник аграрної науки. 2007. № 12. С. 20–23.

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. Фурман О. В. Симбіотична продуктивність та урожайність насіння сої залежно від інокуляції та удобрення. Таврійський науковий вісник. 2021. № 118. С. 200–205.

17. 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.

18. Григор'єва О. М. Технологічні аспекти вирощування сої в Північному Степу України. Вісник Степу : матеріали ІХ Всеукраїнської науково–практичної конференції молодих вчених і спеціалістів "Агропромислове виробництво України – стан та перспективи розвитку", 28–29 березня 2013 року. 2013. Вип. 10. С. 55–59.

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

20. Бикін А. В., Генгало Н. О. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому малогумусному. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. Вип. 162. Ч. 2. С. 137–144.

21. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю., Каленська С. М. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. Вісник аграрної науки. 2008. № 1. С. 17–20.

22. Шепілова Т. П. Вплив мінеральних добрив та інокуляції насіння на врожайність сої. Пропозиція. 2013. № 5. С. 70–72.

23. Бабич А. О., Колісник С. І., Семцов А. В. Урожайність насіння сортів сої залежно від доз мінеральних добрив, інокуляції та стимуляторів росту в умовах Лісостепу України. Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі : матеріали третьої Всеукр. конф., 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 27–28.

24. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2012. № 11. С. 68–69.

25. Чернишенко П. В. Удобрення насінницьких посівів сої – запорука одержання посівного матеріалу з високими урожайними властивостями і посівними якостями в насіннєвому потомстві. Вісник ХНАУ. 2013. № 9. С. 285–293.

26. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид. доповн. і виправл. Львів : Укр. технології, 2012. 324 с.

27. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія. Огурцов Є. М., Міхеєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В.; за ред. д-ра с.-г. наук, професора, чл.-кор. НААН України М. А. Бобро. Х. : ХНАУ, 2016. 268 с.

28. Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононенко С. М., Коровніченко С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 4. С. 35–44.

29. Молдован В. Г., Молдован Ж. А. Формування елементів структури врожаю сої залежно від способів основного обробітку ґрунту, удобрення та передпосівної обробки насіння. URL: <https://agrostore.biz.ua/formuvannyvrozhayu-soya-zale-osnovnogo-gruntu-udobrennya/>

30. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. Київ : Вища школа, 1994. 334 с.
31. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. К. : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
32. Тараріко Ю. О. Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К. : Нора-прінт, 2001. 60 с.
33. Енергетичний аналіз технологій вирощування сільськогосподарських 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.
34. 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.
35. Гандзюк М. П., Желібо Є. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці : Підручник. Київ : Каравела. 2006. 392 с.
36. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Львів, 2002. 348 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вплив рівня удобрення на біометричні показники сої

№ п/п	Варіанти дослідів	Маса рослин, г		Кількість бульбочок, шт.	
		2022	2023	2022	2023
1	Контроль – без добрив	22,2	25,8	37,1	35,8
2	N ₃₀	28,0	31,5	24,2	27,9
3	P ₃₀	24,4	28,1	46,3	50,8
4	K ₃₀	24,9	27,5	49,2	46,5
5	N ₃₀ P ₃₀	26,7	33,3	26,2	28,5
6	P ₃₀ K ₃₀	24,3	28,9	53,6	55,3
7	N ₃₀ K ₃₀	29,0	32,1	25,5	28,1
8	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	27,8	33,5	27,0	28,8

Додаток Б

Вплив рівня удобрення на елементи структури врожаю

Варіанти дослідів	Висота до нижнього бобу, см		Кількість бобів, шт.		Кількість насіння, шт.		Маса насіння, г		Маса 1000 насінин, г	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Контроль – без добрив	15,8	16,4	19,3	21,2	38,6	40,2	4,04	4,15	138,0	139,1
N ₃₀	18,2	19,2	22,5	23,6	44,4	46,3	4,45	4,56	140,4	142,0
P ₃₀	15,8	16,3	20,4	21,7	40,8	41,5	4,15	4,24	137,8	139,2
K ₃₀	15,9	16,6	20,4	21,5	40,7	42,1	4,23	4,32	138,2	139,6
N ₃₀ P ₃₀	18,6	19,1	22,9	24,1	47,3	48,9	4,58	4,71	144,9	146,2
P ₃₀ K ₃₀	16,1	17,7	20,5	22,3	42,3	44,1	4,33	4,42	139,1	141,3
N ₃₀ K ₃₀	17,8	19,2	22,1	23,4	47,8	49,1	4,40	4,45	142,3	143,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	18,5	19,6	23,3	24,2	47,8	48,3	4,47	4,68	146,3	147,2

Додаток В

Дисперсійний аналіз урожайності 2022 р.

Варіантів L	Повторень Р	N	K		
8	3	24	10184,64		
Повторення				Сума	Середнє
L	I	II	III		
1	21,3	17,1	18,6	57,0	19,00
2	22,9	18,6	20,3	61,8	20,60
3	22,1	18,3	19,6	60,0	20,00
4	22,3	18,6	19,9	60,8	20,27
5	23,6	20,6	20,3	64,5	21,50
6	24,8	19,6	18,5	62,9	20,97
7	23,5	20,9	19,0	63,4	21,13
8	21,4	20,8	21,8	64,0	21,33
Сума	181,90	154,50	158,00	494,4	20,60

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума	Ступінь	Середній	Відношення	
		квадратів	свободи	квадрат	Fф	F ₀₅
Загальна		87,4	23			
Повторень	Нерівномірність ґрунтових умов	55,6	2			
Варіантів		14,4	7	2,06	1,66	2,87
Похибки	Інші	17,374	14	1,24		

Точність досліджу:

$$S_{x\%} = S_x \cdot 100/X = \mathbf{3,12}$$

Найменша
істотна різниця:

$$HIP_{05} = t_{05} \cdot S_d = \mathbf{1,9}$$

Додаток Г

Дисперсійний аналіз урожайності 2023 р.

Варіантів L	Повторень Р	N	K		
8	3	24	11602,8038		
Повторення				Сума	Середнє
L	I	II	III		
1	18,5	19,5	22,3	60,3	20,10
2	20,4	20,7	24,6	65,7	21,90
3	20,4	19,4	25,1	64,9	21,63
4	19,1	19,3	25,9	64,3	21,43
5	21,3	21,6	26,4	69,3	23,10
6	20,7	20,7	24,6	66,0	22,00
7	21,1	23,0	22,9	67,0	22,33
8	22,6	23,1	24,5	70,2	23,40
Сума	164,10	167,30	196,30	527,7	21,99

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія		Сума	Ступінь	Середній	Відношення	
		квадратів	свободи	квадрат	Fф	F ₀₅
Загальна		120,0	23			
Повторень	Нерівномірність ґрунтових умов	78,7	2			
Варіантів		22,1	7	3,15	2,29	2,87
Похибки	Інші	19,290	14	1,38		

Точність досліджу:

$$S_{x\%} = S_x \cdot 100/X = 3,08$$

Найменша
істотна різниця:

$$HIP_{05} = t_{05} \cdot S_d = 2,15 \quad 0,96 \quad = \quad 2,1$$