

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА АГРОХІМІЇ ТА ҐРУНТОЗНАВСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – магістр

на тему: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування
сої на дерново-карбонатному ґрунті Малоого Полісся”

Виконав студент VI курсу, групи Аг-62
спеціальності 201 «Агрономія»
Личак Михайло Васильович

Керівник Б.І. Пархуць

Рецензент: _____

Дубляни 2024

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 201 «Агрономія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедри _____
(підпис)

доктор. біол. наук, професор П. С. Гнатів
наук. ступ., вч.зв. (ініц. і прізвище)

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Личаку М.В.

1. Тема роботи: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої на дерново-карбонатному ґрунті Малого Полісся”

Керівник кваліфікаційної роботи Пархуць Богдан Ігорович,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Затверджені наказом по університету “21” листопада 2023 р. № 632/к-с

2. Строк подання студентом дипломної роботи 22 листопада 2024 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

1. Літературні джерела

2. Сорт сої «*****».

3. Варіанти досліду: контроль – без добрив; P₁₉K₁₄; N₁₇P₃₈K₂₈; N₃₄P₅₇K₄₂; N₅₁P₇₆K₅₆.

4. Ґрунт дерново-карбонатний

5. Природно-кліматична зона: Мале Полісся

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити)

Вступ

Розділ 1. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення (огляд літератури)

Розділ 2. Умови та методика проведення досліджень

Розділ 3. Особливості формування продуктивності сої залежно від удосконалення системи удобрення

Розділ 4. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій

Розділ 5. Охорона навколишнього природного середовища

Висновки

Бібліографічний список

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості)

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень – 17 шт.

2. Рисунки морфологічної будови ґрунту (1 шт.) та залежностей показників (10 шт.)

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
З охорони праці та захисту населення	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			
З охорони навколишнього природного середовища	Хірівський П.Р., зав. кафедри екології, доцент			

7. Дата видачі завдання 06 вересня 2023 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1	Полеві дослідження з питання удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої	09.2023 – 10.2024	
2	Написання розділу 1. Удосконалення системи мінерального удобрення сої (огляд літератури)	10.09.2023 – 10.11.2024	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	10.09.2023 – 09.10.2024	
4	Написання розділу 3. Особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення	10.01.2024 – 20.09.2024	
5	Написання розділу 4. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій	20.04.2024 – 01.09.2024	
6	Написання розділу 5. Охорона навколишнього природного середовища. Формування висновків та бібліографічного списку	01.09.2024 – 08.11.2024	

Студент

М.В. Личак

Керівник кваліфікаційної роботи

Б.І. Пархуць

УДК 631.81: 635.655

Удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої на дерново-карбонатному ґрунті Малого Полісся. Личак М.В. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський НАУ, 2024.

84 стор. текст. част, 17 табл., 11 рис., 73 джерела

Дослідження проводили у 2024 році з метою удосконалення системи удобрення (визначення оптимальних норм внесення мінеральних добрив) сорту сої «*****» на дерново-карбонатному ґрунті до рівня одержання стабільної врожайності та підвищення якості зерна в умовах Малого Полісся України у ПОСП «*****» Шептицького району Львівської області.

В схему досліду були включені наступні варіанти: 1) контроль – без добрив; 2) $P_{19}K_{14}$; 3) $N_{17}P_{38}K_{28}$; 4) $N_{34}P_{57}K_{42}$; 5) $N_{51}P_{76}K_{56}$.

Найвищу урожайність сої у 2024 році одержано у варіанті досліду за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ – 3,58 т/га з приростом урожайності до контролю 1,60 т/га, або 80,8 %. У контрольному варіанті урожайність сої була найнижчою і становила 1,98 т/га.

За удобрення $N_{51}P_{38}K_{56}$ одержали найвищий збір сирого протеїну 1,53 т/га та сирого жиру 0,61 т/га.

Найвищий чистий прибуток 33462 грн./га, рівень рентабельності 87,7%, окупність 1 грн затрат на добрива та їх внесення 2,66 грн і коефіцієнт енергетичної ефективності 2,5 одержали за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ (огляд літератури).....	8
1.1. Біологічні вимоги сої до умов вирощування.....	8
1.2. Значення азоту, фосфору і калію в живленні сої.....	10
1.3. Вплив удобрення на урожайність та якість зерна сої.....	14
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1. Опис умов проведення досліджень.....	20
2.2. Аналіз погодних умов за роки проведення досліджень.....	20
2.3. Характеристика ґрунту дослідної ділянки.....	22
2.4. Методика проведення досліджень.....	24
2.5. Характеристика сорту «*****» та агротехніка вирощування сої на дослідній ділянці.....	30
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень).....	31
3.1. Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні показники дерново-карбонатного ґрунту.....	31
3.2. Вплив удобрення на проходження фаз вегетації сої.....	34
3.3. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від удобрення.....	35
3.4. Наростання площі листкової поверхні сої залежно від мінерального удобрення.....	37
3.5. Наростання вегетативної маси рослин залежно від рівня удобрення сої.....	38
3.6. Вплив азотних, фосфорних і калійних добрив на структуру врожаю.....	41
3.7. Урожайність сої залежно від рівня мінерального удобрення.....	42

3.8. Вплив удобрення на фракційний склад зерна сої.....	47
3.9. Якісні показники зерна сої залежно від удобрення.....	49
3.10. Економічна і енергетична ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої.....	52
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	56
4.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	56
4.2. Протипожежна безпека при виконуваній операції.....	57
4.3. Гігієна праці при внесенні мінеральних добрив та пестицидів під сою.....	59
4.4. Безпека праці пов'язана з вирощуванням сої.....	60
4.5. Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	61
Розділ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	63
5.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів.....	63
5.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона.....	65
5.3. Охорона атмосферного повітря.....	67
5.4. Стан охорони та примноження флори і фауни.....	68
ВИСНОВКИ.....	70
БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	72
ДОДАТКИ.....	78
Додаток А. Технологічна карта вирощування сої.....	79
Додаток Б. Статистична обробка урожайності сої за 2024 р.....	81
Додаток В. Копія статті автора з тематики дипломної роботи.....	82

Вступ

Соя займає особливе місце серед бобових культур завдяки своїм високим харчовим і кормовим якостям.

Серед основних технологічних прийомів вирощування сої вирізняються оптимізація площі живлення рослин та застосування збалансованої системи удобрення. Соя здатна самостійно забезпечувати себе значною частиною необхідних поживних речовин, проте для досягнення максимальної врожайності потребує додаткового внесення збалансованого комплексу макроелементів.

Актуальність теми. Питання живлення рослин сої, зокрема азотного живлення, є дуже актуальним, але досі недостатньо вивченим. В Україні площі посівів і загальні обсяги збору сої демонструють динамічне зростання. У 2024 році ця цифра зросла до 2,6 млн га (проти 1,8 млн га в сезоні 2023). Однією з причин зростаючої популярності сої є те, що минулого року вона була однією з найрентабельніших серед ярих культур.

Значний вклад у розробку та вдосконалення технологій вирощування сої внесли такі відомі українські вчені, як А. О. Бабич, В. Ф. Петриченко, В. В. Гамаюнова, А. К. Лещенко, В. В. Лихочвор, В. І. Січкарь та інші.

Вивчення взаємозв'язку між сортовими особливостями сої та її потребами в елементах живлення є необхідною умовою для розробки ефективних систем удобрення, що дозволить підвищити економічну ефективність виробництва сої в умовах Малого Полісся.

Метою досліджень було вдосконалення системи удобрення в технології вирощування сої для досягнення максимальної урожайності з високими показниками економічної та енергетичної ефективності.

У нашій програмі досліджень ми поставили такі **завдання**: вивчити, як удобрення впливає на агрохімічні властивості дерново-карбонатного ґрунту; проаналізувати, як рівень мінерального удобрення впливає на фази росту та

розвитку сої; оцінити вплив удобрення на польову схожість і виживаність рослин; дослідити динаміку росту вегетативної маси та формування листкової поверхні під впливом удобрення; визначити, як рівень мінерального удобрення впливає на врожайність і структуру врожаю; оцінити вплив удобрення на вміст і накопичення сирого протеїну та жиру залежно від рівня мінерального удобрення, а також розрахувати енергетичну й економічну ефективність удобрення сої.

Об'єктом дослідження були процеси росту, розвитку та формування врожайності посівів сої сорту «*****», а також якісні характеристики її зерна під впливом різних норм добрив.

Предметом дослідження був високоврожайний сорт сої «*****», його врожайність і якість зерна залежно від рівня внесення мінеральних добрив та особливостей ґрунтово-кліматичних умов у зоні проведення досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що на дерново-карбонатних ґрунтах Малого Полісся, враховуючи біологічні особливості росту і розвитку рослин сої сорту «*****» було вдосконалено систему удобрення. Це дозволило підвищити врожайність сої та покращити її якісні характеристики.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що проведені дослідження дозволили вдосконалити систему удобрення сої на дерново-карбонатному ґрунті, що забезпечує врожайність до 3,58 т/га зерна високої якості з низькими витратами на виробництво.

Розділ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ (огляд літератури)

1.1 Біологічні вимоги сої до умов вирощування

Соя є важливим елементом в аграрному секторі України, відіграючи значну роль, як у внутрішній продовольчій безпеці, так і в експортному потенціалі. Її висока врожайність та цінність у харчовій, кормовій і промисловій галузях роблять сою стратегічно важливою культурою для України [10].

За останні роки Україна була найбільшим виробником сої в Європі, що значно зміцнювало її економіку і забезпечувало стабільний притік валюти за рахунок експорту. В глобальному контексті країна посідала одне із провідних місць, що свідчить про її потужний аграрний потенціал. Соя не тільки відповідає внутрішнім потребам, а й активно експортується, завдяки чому підтримується економічна стабільність і позитивний торговельний баланс держави.

Останніми роками відбулися певні зміни у структурі харчування населення, зокрема збільшилася популярність рослинних олій на заміну тваринним жирам, що спричинило підвищення попиту на сою [23].

Серед основних чинників, що обумовлюють зростання посівних площ сої, відзначають високу поживну цінність її зерна, зумовлену значним вмістом білка та жиру; цінність сої як культури-попередника для продуктивних сівозмін, а також її високу рентабельність.

В останні роки в Україні спостерігається зростання посівних площ і валового збору сої, зокрема в регіонах, де раніше її не культивували. Згідно з даними Державної служби статистики в останні роки посівні площі під соєю у Львівській області становили 50-60 тис. га [57].

Сою науковці класифікують як теплолюбну культуру. Проростання насіння сої відбувається при мінімальній температурі 5–7°C, тоді як під час досягання рослина потребує мінімум 11–12°C, а оптимальною для цього процесу є температура 15–18°C [41].

Після сходів сої спостерігається активний розвиток кореневої системи та уповільнений розвиток вегетативної маси. Культура особливо потребує вологи в період цвітіння і формування бобів; нестача води в цей час спричиняє опадання квіток, бутонів і плодів, що знижує масу насінин та урожайність. Крім того, у сої досить високий транспіраційний коефіцієнт, який становить 520–560 [60].

Сою відносять до культур середньої стійкості до посухи. Під час проростання насіння сої поглинає 100–120% вологи від своєї маси. На початковому етапі розвитку, зокрема від сходів до цвітіння, рослини потребують відносно невеликої кількості води.

Сходи сої можуть витримувати невеликі приморозки на поверхні ґрунту до -1°C. Рекомендована температура для висівання сої становить понад 15°C, оскільки протягом вегетаційного періоду рослини є досить вимогливими до тепла. У фазах «цвітіння» та «досягання» оптимальною для розвитку сої є температура 22–25°C, тоді як за температури 12–14°C процес досягання зерна затримується. Тривалість вегетаційного періоду сої варіює залежно від сорту та становить 120–170 діб [6, 41].

Для росту і розвитку рослин сої необхідна сума активних температур понад 15°C, що має становити не менше 1800°C.

Під час формування зерна оптимальною середньодобовою температурою є 18–24°C. У період цвітіння, формування бобів і зерна сприятливою є температура 22–24°C, тоді як на етапі досягання оптимальною температурою вважається 20–22°C [6, 41].

Вчені класифікують сою як культуру з коротким світловим днем, оскільки вона чутлива до тривалості освітлення. У південних регіонах, де світловий день коротший, соя розвивається швидше, що скорочує період

вегетації. Водночас у північних районах, де світловий день довший, збільшується тривалість фаз розвитку, що може знижувати продуктивність сої.

Освітленість посівів сої знижується на ділянках, забур'яненних іншими рослинами, що призводить до зменшення врожайності. Наявність бур'янів особливо негативно впливає на ріст і розвиток сої в перші 25–35 діб, коли відбувається закладання генеративних органів у вузлах стебла [41].

Найбільш придатними ґрунтами для вирощування сої є чорноземи та темно-сірі ґрунти з нейтральною або слабо-кислою реакцією ґрунтового розчину (рН 6,6–6,8) і високим вмістом гумусу.

Важливо зазначити, що при низькій густоті посівів сої боби формуються ближче до землі, що підвищує ризик втрат зерна під час збирання врожаю. За підвищеної густоти рослин на площі кількість бічних гілок зменшується, боби розташовуються вище на стеблі, що знижує втрати зерна під час збирання [41].

Дослідження науковців показали, що кліматичні умови Західного Лісостепу України є сприятливими для вирощування ультраскоростиглих і скоростиглих сортів сої.

1.2 Значення азоту, фосфору і калію в живленні сої

Аналіз наукових досліджень українських вчених А.О. Бабича, Є.М. Огурцова, В.В. Кириченка, Л.В. Фадеева, В.В. Лихочвора, В.Ф. Петриченка щодо удобрення сої свідчить, що певні аспекти вдосконалення системи удобрення залишаються недостатньо вирішеними. Це, зокрема, питання, пов'язані з біологічними особливостями рослин сої, а саме – різною залежністю від умов живлення на різних етапах розвитку, а також здатністю сої фіксувати атмосферний азот за допомогою бульбочкових бактерій.

Науковці розробили кілька підходів до азотного удобрення сої. Частина дослідників не рекомендує використовувати азотні мінеральні добрива для сої, оскільки рослина здатна самостійно забезпечувати себе азотом [60, 61].

Деякі дослідники рекомендують застосовувати мінеральні добрива з вмістом азоту в стартових дозах перед сівбою, щоб забезпечити рослини азотом на початкових фазах росту і розвитку, коли процес азотфіксації ще не розпочався. Інші науковці радять вносити високі дози азоту (до N_{90}) під час вирощування сої, оскільки умови для фіксації атмосферного азоту за допомогою бульбочкових бактерій не завжди є сприятливими [64].

Наукові дослідження різних установ підтверджують, що рівень мінерального удобрення сої має бути обґрунтований з урахуванням агрохімічного аналізу вмісту поживних елементів у ґрунті та попередніх культур для конкретних ґрунтово-кліматичних умов вирощування.

Деякі вчені рекомендують використовувати значні дози азотних добрив для підвищення врожайності сої, навіть якщо рослина здатна засвоювати азот з повітря. Вони пропонують повністю орієнтувати удобрення сої на живлення азотом із мінеральних добрив [64].

Дослідження показують, що для формування врожаю соя потребує більше поживних речовин, ніж зернові культури. Протягом вегетаційного періоду рослини сої нерівномірно поглинають поживні елементи з ґрунту. Крім того, соя здатна значною мірою фіксувати азот з атмосфери, а також засвоювати калій і фосфор у важкодоступній формі з ґрунту.

Дослідження свідчать, що для утворення 1 тонни зерна сої рослинам потрібно 68–75 кг азоту, 13–15 кг фосфору та 18–20 кг калію [41].

Протягом вегетації рослини сої поглинають поживні елементи нерівномірно, і виділяють кілька рівнів їх засвоєння в міжфазні періоди: низький рівень від сходів до бутонізації; інтенсивний рівень від цвітіння до формування бобів; середній рівень від наливання до досягання зерна.

На фазі від сходів до початку цвітіння соя поглинає лише 16–17% азоту, 14–16% фосфору та 24–26% калію. Основна частина макроелементів надходить у періоди бутонізації – формування бобів і наливання зерна, що становить 76–80% азоту, 74–78% фосфору та 46–50% калію [60].

Для забезпечення потреб рослин сої в азоті рекомендується застосування бактеріальних препаратів, що містять азотфіксуючі бактерії. Насіння сої варто обробляти такими препаратами безпосередньо в день сівби. Азотфіксуючі бактерії проникають у кореневу систему рослин через кореневі волоски, і приблизно через 10–12 діб після сходів у місцях проникнення утворюються кореневі бульбочки, де бактерії починають засвоювати азот із повітря.

Деякі дослідники визначили, що критичним періодом у забезпеченні сої азотом є три тижні до початку цвітіння і три тижні після нього. Недостатній рівень азоту в цей час суттєво знижує врожайність. Науковці наголошують, що у живленні сої ключову роль відіграє ефективність фіксації азоту бульбочковими бактеріями, який активно засвоюється рослинами сої [68].

Дослідження показали, що потреба сої в азотному живленні задовольняється на 55–65% завдяки азотфіксуючим бактеріям. Згідно з даними А. О. Бабича, високопродуктивні посіви сої можуть фіксувати до 180 кг азоту на гектар за період вегетації, а за умов низької вологості ґрунту цей показник знижується до 100 кг/га. Це дозволяє вирощувати сою з мінімальним використанням або навіть без застосування азотовмісних мінеральних добрив [9].

Щодо удобрення сої мінеральними добривами з вмістом азоту серед вчених єдиної думки немає. Питання живлення азотом сої залишається відкритим. Науковці досліджуючи дане питання прийшов до висновку, що, не зважаючи на наукові результати, проведених за кордоном з соєю, багато питань удобрення потребують додаткових наукових досліджень [69].

Деякі науковці вважають, що застосування азотних добрив для сої є недоцільним, оскільки рослини здатні повністю забезпечити себе азотом через інокуляцію бульбочковими бактеріями. Дослідження показують, що при внесенні мінеральних азотних добрив соя починає поглинати переважно цей азот, що, в свою чергу, знижує процес біологічної фіксації азоту з повітря [31].

Застосування азотних мінеральних добрив при вирощуванні сої вважається економічно необґрунтованим. Деякі дослідження також свідчать,

що при сприятливих умовах для біологічної фіксації азоту високі дози азотних добрив не лише не збільшують врожайність сої, але, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, можуть навіть її знижувати.

Для досягнення високої врожайності сої важливо забезпечити рослини мінеральним азотом, навіть враховуючи його можливий негативний вплив на процес азотфіксації. Дослідження показали, що на зрошуваних землях оптимальною нормою мінеральних добрив для сої є $N_{70}P_{70}$, оскільки подальше збільшення дози не призводить до підвищення врожайності. Водночас, деякі вчені рекомендують в умовах зрошення застосовувати норму $N_{80}P_{50}$, яка дозволяє досягати врожайності до 3,74 т/га [63].

Фосфор є особливо важливим макроелементом на початкових етапах розвитку сої, оскільки він сприяє утворенню генеративних органів і розвитку корневих бульбочок, які забезпечують рослини азотом. Високий рівень фосфорного живлення сприяє кращому розвитку кореневої системи, що підвищує здатність рослин до ефективного використання вологи, зокрема з глибших шарів ґрунту. Значення фосфору є максимальним під час формування зерна і загального розвитку рослин. Дефіцит цього елемента негативно впливає на ріст кореня, знижує масу корневих бульбочок і уповільнює процес азотфіксації [60].

До фази цвітіння рослини сої засвоюють калій в обсягах, що перевищують потребу в азоті в 1,5 рази та в 1,8 рази – у порівнянні з фосфором. Найбільша потреба в калії припадає на періоди формування бобів і наливу зерна. Калій також сприяє підвищенню вмісту білка і зменшує частку олії в зерні [68].

На першому етапі розвитку сої (етапи 1-4 органогенезу) необхідно забезпечити рослини всіма необхідними елементами живлення для оптимального розвитку кореневої системи, формування корневих бульбочок та нарощування надземної маси. Норма азоту у складі мінеральних добрив не повинна перевищувати 30 кг д.р. Варто також забезпечити рослину кальцієм,

молібденом і фосфором. У період від сходів до початку цвітіння соя потребує приблизно 8-9% азоту, 7-8% фосфору та 9-10% калію [60].

У період другого циклу розвитку сої (етапи 5-8 органогенезу) доцільно вносити мінеральні добрива з такими елементами, як бор, азот і калій. На етапі «цвітіння – наливання зерна» рослинам сої необхідно 55-58% азоту, 57-63% фосфору і 61-64% калію.

У третьому циклі (етапи 9-12 органогенезу) потреба сої в поживних елементах досягає максимального рівня, особливо у фосфорі, сірці та магнії. У фазі «наливання зерна – повна стиглість» сої необхідно 30-32% азоту, 30-32% фосфору і 20-22% калію [41, 61].

1.3 Вплив удобрення на урожайність та якість зерна сої

Літературні джерела свідчать, що одним із ключових факторів для забезпечення оптимальних умов росту і розвитку сої, як зернобобової культури, є правильне живлення, яке перш за все залежить від доступності поживних речовин у ґрунті. Одним із важливих резервів підвищення врожайності сої є ефективне використання ґрунтових поживних речовин, оптимізація умов вирощування та потенціалу нових сортів. Реальна врожайність сучасних сортів сої становить лише 30-45% від їхнього максимально можливого потенціалу [1].

Багато науковців дійшли висновку, що забезпечення сої належних умов для нормального росту й розвитку досягається за рахунок науково обґрунтованих норм мінеральних добрив. Соя є культурою з високими вимогами до умов живлення [9, 24, 60].

Для формування 1 тонни зерна сої рослинам необхідно забезпечити 85–95 кг азоту, 15–25 кг фосфору, 35–40 кг калію, 10–12 кг магнію та 20–22 кг кальцію. В.В. Лихочвор рекомендує вносити фосфор і калій у складі мінеральних добрив під час основного обробітку ґрунту в нормі 45–60 кг/га [38].

Бульбочкові бактерії, які фіксують біологічний азот з повітря, чутливі до азоту в мінеральних добривах навіть за відносно невеликої норми внесення – N_{25-35} . Деякі науковці рекомендують вносити під сою мінеральні добрива в нормі P_{30-40} і K_{25-35} . На ґрунтах з відносно низькою родючістю доцільним є застосування стартових доз азоту N_{25} у поєднанні з P_{40} і K_{50} . У Лівобережному Лісостепу під час основного обробітку ґрунту рекомендується вносити фосфорні та калійні добрива в нормі P_{50-65} і K_{50-55} . На чорноземах опідзолених рекомендовано вносити мінеральні добрива в нормі $N_{35-40}P_{55}K_{40-50}$, а на сірих лісових ґрунтах – $P_{70}K_{80}N_{40}$. При вирощуванні високоврожайних сортів сої доцільно проводити підживлення у фазі бутонізації азотними добривами в нормі N_{35} . Науковці В. Вовк та А. Мельник отримали найвищий врожай зерна сої, що становив 3,04–2,65 т/га, при удобренні в нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$ [48].

Науковець С. Каленська за результатами проведених досліджень визначив, що внесення азотних добрив у нормі N_{35-40} на темно-сірих опідзолених ґрунтах не має негативного впливу на активність бактерій, що здійснюють фіксацію біологічного азоту з повітря [31].

Згідно з результатами досліджень науковців [51], перше підживлення сої рекомендується проводити у фазі «бутонізації» з нормою азотних і фосфорних добрив N_{17} та P_{10} кг/га діючої речовини, а друге – у фазі «утворення бобів» з нормою N_{12} , P_{12} , K_{12} , додатково вносячи сірку та молібден [33, 34].

В умовах Північного Лісостепу найвищу врожайність сої сорту Єлена, що становила 2,79 т/га, отримали при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$ та додатковому підживленні N_{20} [52].

У дослідженнях В. Ф. Петриченка найвищий приріст урожайності зерна сої, що становив 4,1–4,4 ц/га, було отримано при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{50}P_{70}K_{70}$ [41].

При внесенні нижчої норми добрив $N_{40}P_{60}K_{60}$ приріст урожайності склав 3,6 т/га для сорту Золотиста та 4,2 т/га для сорту Омега Вінницька.

Позакореневе підживлення Плантафолом (0,70 кг/га) у фазі «бутонізація – утворення бобів» сприяло підвищенню врожайності сортів

Золотиста та Омега Вінницька на 0,19–0,23 т/га [41, 57].

У північній частині Лісостепу України найвищу врожайність сортів сої було отримано при внесенні добрив у нормі $N_{50}P_{50}K_{50}$, що забезпечило приріст до контролю на рівні 0,59–1,08 т/га залежно від сорту [41].

У північному Степу України найвищий врожай сої, який склав 1,85–1,92 т/га, отримали при удобренні в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$.

У північній частині Лісостепу України найкращу врожайність сорту Омега Вінницька, що становила 2,89 т/га, було досягнуто при удобренні в нормі $N_{40}P_{50}K_{70}$ та додатковому підживленні N_{20} .

У Західному Лісостепу найвищий врожай сорту Артеміда, що становив 3,21 т/га, було отримано за широкорядного способу сівби та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{40}K_{40}$. При внесенні добрив у нормі $N_{40}P_{50}K_{50}$ врожайність сої складала 2,46–2,81 т/га.

Д. Островська [41] у своїх дослідженнях отримала найвищий приріст урожайності на 11% до контрольного варіанту у сортів Агма та Прогрес при удобренні в нормі $N_{40}P_{70}K_{140}$ та інокулюванні насіння штамми бульбочкових бактерій.

В умовах Правобережного Лісостепу України дослідник А. Є. Стрихар отримав найвищу врожайність зерна сої сорту Київська 98, що становила 3,24 т/га, при внесенні добрив у нормі $N_{40}P_{40}K_{40}$ під час передпосівної культивуації [34].

Найвищу врожайність, що становила 3,12 т/га, та вихід сирого жиру 0,68 т/га отримали у сорту сої Подільська 416 при удобренні в нормі $N_{40}P_{70}K_{70} + N_{20}$ на чорноземі типовому [67].

При внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{35}P_{65}K_{65}$ на фоні інокуляції ризоторфіном було отримано найвищу врожайність зерна сої сорту Агат (2,93 т/га) та Київська 27 (2,48 т/га) [73].

Дослідженнями було встановлено, що при внесенні мінеральних добрив у нормах $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{50}P_{50}K_{50}$ разом з інокуляцією зерна бульбочковими бактеріями максимальне засвоєння азоту відбувається в період формування та

наливання бобів [11].

Проведені дослідження в центральній частині Лісостепу України показали, що оптимальне внесення мінеральних добрив у кількості 40 кг азоту, 50 кг фосфору та 50 кг калію на гектар, а також додаткове внесення 25 кг азоту під час вегетації, забезпечило найвищу врожайність зернових культур. Порівняно з контрольною ділянкою, де добрива не використовувалися, врожайність зросла на 0,75-0,97 центнера з гектара, досягнувши максимального показника 2,64-2,77 центнерів з гектара.

Згідно з дослідженнями Бабич А., для основного обробітку ґрунту рекомендується вносити мінеральні добрива в нормі $N_{50}P_{70}K_{70}$ [8].

У своїх дослідженнях Попов С.І. дійшов висновку, що оптимальною нормою внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту є 30-50 кг/га діючої речовини азоту, фосфору та калію. Це дозволяє значно підвищити врожайність і якість зернових культур. Водночас, інші дослідники виявили, що збільшення норми азотного добрива для сої з 50 до 80 кг/га призводить до додаткового збільшення врожаю цієї культури [58].

Дослідження показали, що вміст білка і жиру в зерні сої знаходяться в оберненій залежності: зі збільшенням вмісту жиру зменшується вміст білка. Крім того, було встановлено негативну кореляцію між вмістом олії в зерні та рівнем азотного живлення рослин. Водночас, спостерігається позитивна кореляція між вмістом олії та рівнем фосфорного і калійного живлення.

Результати досліджень свідчать про існування зворотної кореляції між вмістом білка та жиру в зерні сої. Збільшення вмісту одного з цих компонентів супроводжується зниженням вмісту іншого. Крім того, встановлено, що підвищення рівня азотного живлення негативно впливає на накопичення олії в зерні, тоді як фосфорне і калійне живлення сприяє збільшенню її вмісту [64].

Ю.А. Злобін у своїх роботах встановив, що використання фосфорних і калійних добрив призводить до підвищення вмісту олії в рослинах в межах від 2,3 до 5,1% [29].

Коли додали добрива з азотом та фосфором у певній кількості ($N_{60}P_{60}$), сорти сої "Аркадія Одеська" та "Альтаір" дали найбільший урожай. Коли використовували добрива з трохи меншою кількістю азоту та фосфору ($N_{55}P_{55}$), соя утворювала найбільше бульбочок на коренях саме під час цвітіння та наливання бобів.

Дослідження показали, що одночасне використання азотних, фосфорних та калійних добрив сприяє підвищенню вмісту білка (протеїну) в зерні сої. Занадто велика кількість азотних добрив може негативно вплинути на сою, спричиняючи надмірний ріст рослин та підвищену сприйнятливність до хвороб. Тому рекомендується вносити всі необхідні елементи живлення (азот, фосфор, калій) перед посівом [64].

Потреби сої в азоті та фосфорі змінюються протягом її вегетаційного періоду. Найбільша потреба в азоті виникає протягом двох тижнів після початку цвітіння. Це пов'язано з інтенсивним ростом бобових стручків та насіння, для яких азот є основним будівельним матеріалом [49].

Сумісне внесення мінеральних добрив ($N_{80}P_{50}K_{50}$) та органічних добрив (гною) призвело до продовження вегетаційного періоду сої на 3-7 днів. Це свідчить про те, що таке поєднання добрив стимулює ріст і розвиток рослин.

Найвищий приріст урожайності (0,58 т/га) був отриманий при сумісному внесенні мінеральних та органічних добрив. Це свідчить про те, що поєднання цих двох видів добрив має синергетичний ефект, тобто їхній спільний вплив на врожайність є більшим, ніж сума ефектів кожного з них окремо.

Внесення будь-якого типу добрив (мінеральних, органічних або їх комбінації) призвело до зниження вмісту олії в зерні сої порівняно з контролем. Це може здаватися несподіваним, оскільки зазвичай очікують, що підвищення врожайності супроводжується підвищенням вмісту олії.

Для дослідження впливу рівня удобрення на зернову продуктивність у Західному Лісостепу України в період 2012–2014 років проводили польові експерименти в господарстві «СБЄ Україна», розташованому в Млинівському районі Рівненської області. Внесення добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$, що включає

аміачну селітру (N_{45}), карбамід (N_{45}), $MgSO_4$ (5%) і дворазове застосування Еколист Стандарт (3 л/га), сприяє формуванню у сої сорту Устя максимальної площі листової поверхні – 44,0 тис. $m^2/га$ (у фазі бутонізації – цвітіння). У цей період досягаються найвищі показники фотосинтетичного потенціалу – 2,89 млн. $m^2/га \times$ діб (період цвітіння – налив зерна) та чистої продуктивності фотосинтезу – 6,19 $г/м^2$ на добу (період сходи – бутонізація). Також накопичується найбільша кількість сухої речовини – 17,4 г на рослину (період цвітіння – налив зерна). За таких умов у Західному Лісостепу України формується максимальна врожайність сої – 3,15 т/га із високими якісними показниками: вміст білка – 42,2%, олії – 17,7% [44].

На основі комплексного аналізу наукової літератури та власних досліджень ми прагнемо розробити науково обґрунтовані пропозиції щодо оптимального мінерального живлення сої на дерново-карбонатних ґрунтах Західного Лісостепу, що дозволить підвищити продуктивність і якість цієї культури та забезпечити раціональне використання ресурсів.

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Опис умов проведення досліджень

ПОСП «*****» розташоване в с. Новий Витків Шептицького району Львівської області. Відстань до районного центру – м. Шептицький становить 40 км, а до обласного центру – м. Львів – 94 км. Господарство має досить вигідне географічне положення, проходить автошлях Т1410 (Шептицький – Радехів).

До ПОСП «*****» Шептицького району Львівської області входять землі Радехівської територіальної громади. Загальна площа господарства становить 400 га і спеціалізується господарство на вирощуванні зернових, зернобобових та технічних культур.

2.2 Аналіз погодних умов за роки проведення досліджень

Швидкість засвоєння поживних речовин з ґрунту коріннями рослин залежить від кліматичних умов. Велика кількість опадів впливає на вимивання поживних речовин (азоту у нітратній формі), що часто спостерігається на легких за гранулометричним складом ґрунтах. Температура ґрунту визначає нагромадження доступних елементів в ґрунті.

Середньомісячна і середньорічна температура повітря та розподіл опадів за даними Львівської метеостанції наведені в наступних таблицях 2.1 і 2.2.

В таблиці 2.1 показано середньомісячну температуру повітря за даними Львівської метеостанції. Як видно із табличних даних середня температура за період вегетації сої (05-08 місяці) в 2024 році була на 3,0°C вища в порівнянні з середньою багаторічною температурою 15,9°C.

Таблиця 2.1 – Середньомісячна температура повітря, °С (за даними Львівської метеостанції)

Рік	Місяць												Середньо-річна
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	-3,1	-2,2	1,8	8,3	13,7	16,5	18,4	17,6	13,1	8,0	2,5	-1,7	7,7
2024	-1,2	5,6	5,7	11,2	15,7	19,3	21,5	20,8	17,2	9,0	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2024	1,9	7,8	3,9	2,9	2,0	2,8	3,1	3,2	4,1	1	-	-	-

Таблиця 2.2 – Кількість опадів та їх розподіл за місяцями, мм (за даними Львівської метеостанції)

Рік	Місяць												Сума за рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	40,2	44,3	45,1	51,9	89,2	88,7	96,2	77,1	67,0	51,9	49,1	47,6	748,3
2024	107,8	79,0	107,3	62,0	9,6	151,0	106,4	93,2	126,8	75,0	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2024	67,6	34,7	62,2	10,1	-79,6	62,3	10,2	16,1	59,8	23,1	-	-	-

Аналіз даних таблиці 2.2 свідчить про те, що сумарна кількість опадів за період вегетації 2024 року (травень-серпень) перевищила багаторічну норму на 9,0 мм, склавши 360,2 мм.

Серед усіх місяців 2024 року найбільш вологими були червень та липень, коли випало відповідно 151 мм і 106,4 мм опадів. Найменше опадів (9,6 мм) було зафіксовано у травні.

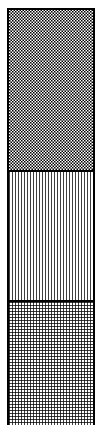
Погодні умови протягом проведення досліджень мали певні відхилення від багаторічних норм. Проте, незважаючи на ці відмінності, вдалося отримати досить високі врожаї сої.

2.3 Характеристика ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводили впродовж 2024 році у ПОСП «*****» Шептицького району Львівської області на дерново-карбонатному ґрунті в зоні Лісостепу Західного.

Дерново-карбонатні ґрунти формуються під впливом широколистяних і змішаних лісів з розвиненим трав'яним покривом на материнських породах карбонатного складу в умовах достатнього зволоження. Найширше поширення ці землі мають на заході Полісся, проте окремі їх масиви трапляються і в Лісостеповій зоні. Висока насиченість карбонатами материнських порід лісових екосистем є лімітуючим фактором для розвитку підзолистого процесу ґрунтоутворення.

Профіль ґрунту, зображений на рисунку 2.2, характеризується слабкою диференціацією на генетичні горизонти.



- гумусово-слабоелювіюваний карбонатний горизонт – Нек – 0-30 см; темно-сірого кольору, грудкувато-зернистий, середньо- або важкосуглинковий, твердуватий, добре аерований, перехід ясний;

- перехідний до материнської породи гумусований горизонт Нрк - 31-65 см; білясто-сірий, неоднорідний, з уламками крейди (вапняку), слабоущільнений, перехід ясний;

- материнська порода – Рк 66 см і глибше – тверда невивітрена крейда (вапняк).

Рис. 2.1 Морфологічна будова профілю дерново-карбонатного ґрунту

Ареал поширення цих ґрунтів обмежується територіями, складеними карбонатними породами різного генезису: вапняками, мармурами, доломітами, мергелями, вапняковими пісковиками та глинами. Оптимальними умовами для формування цих утворень є широколистяні ліси, переважно дубові та буково-дубові. Внаслідок високої насиченості кальцієм материнських порід, в процесі ґрунтоутворення відбувається ефективна нейтралізація органічних кислот, що утворюються при розкладанні рослинних решток. Внаслідок утворення стійких органо-мінеральних комплексів з кальцієм, органічна речовина акумулюється у верхніх горизонтах ґрунтового профілю, формуючи потужний гумусовий горизонт з високою ємністю катіонного обміну [5, 16].

Ґрунти характеризуються значним вмістом гумусу (2,5% і більше) фульватного типу з переважанням кальцієвих сполук. Гумусовий профіль має рівномірно-акумулятивний характер, що свідчить про інтенсивні процеси гумусоутворення та акумуляції органічної речовини. Ґрунти характеризуються високою насиченістю кальцієм, що обумовлює нейтральну або слаболужну реакцію середовища. Ступінь насиченості основами становить 100%, а ємність поглинання досягає 60 мг-екв/100г, що свідчить про високу буферність та родючість ґрунтів. Вміст кальцію (у формі CaO) в ґрунті становить 12-15% від валового хімічного складу і характеризується зростанням з глибиною профілю. Профіль ґрунту характеризується відсутністю вертикальної міграції кремнію (SiO_2) та оксидів алюмінію і заліза (R_2O_3), що свідчить про стабільність мінералогічного складу. Ґрунти характеризуються дефіцитом мікроелементів, що обмежує їхню родючість.

Еволюція цих ґрунтів обумовлена процесом вилугування кальцієвих карбонатів. Залежно від ступеня вилугування, ґрунти поділяються на генетичні підтипи. Типові дерново-карбонатні ґрунти демонструють поверхневу карбонатну реакцію, що проявляється у виділенні вуглекислого газу при дії кислот. Загалом, ці ґрунти мають сукупність властивостей, описаних вище. Різні типи вилугуваних ґрунтів відрізняються ступенем

вимивання речовин з верхнього горизонту [5, 16].

Дерново-карбонатний ґрунт дослідних ділянок в орному шарі 0-30 см характеризувався наступними агрохімічними показниками (табл. 2.3): гумусово-слабоелювіований карбонатний горизонт 0 – 30 см, вміст гумусу в орному шарі (за І.В. Тюріним) 3,4 %, рН сольової витяжки 6,7, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 155 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Мачигінім) відповідно – 26 мг і 210 мг на 1 кг ґрунту.

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні властивості дерново-карбонатного ґрунту

Гори-зонт	Глиби-на, см	Гумус, %	рН сольове	Гідролітична кислотність, мг. – екв / 100 г ґрунту	Сума ввібраних основ, мг. – екв. / 100 г ґрунту	Рухомі форми, мг/кг ґрунту		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Нек	0–30	3,4	6,7	1,41	30,8	155	26	210
Нрк	31–65	2,5	6,9	1,00	15,2	120	18	160

Забезпеченість ґрунту рухомими формами основних елементів живлення (азоту, фосфору та калію) оцінюється як середня, що вказує на необхідність збалансованого внесення добрив для отримання високих і сталих врожаїв сої сорту «*****».

2.4 Методика проведення досліджень

Протягом 2024 року на дерново-карбонатному ґрунті Шептицького району Львівської області проводилися польові дослідження з метою оптимізації системи удобрення сої сорту «*****». Орний шар дерново-карбонатного ґрунту характеризувався такими агрохімічними показниками: вміст гумусу (за Тюріним) 3,4 %, рН (сольове) 6,7, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом) 155 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору і обмінного калію (за Мачигінім) відповідно 26 і 210 мг/кг ґрунту.

Об'єктом дослідження був середньоранній сорт сої «*****». Норма висіву становила 600 тисяч насінин на гектар. У досліді використовувалася загальноприйнята для Західного регіону технологія вирощування сої, за винятком деяких елементів, які були предметом спеціального вивчення. Зокрема, ми досліджували вплив різних систем удобрення на врожайність та якість зерна сої. Решта агротехнічних прийомів, таких як підготовка ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю, відповідали типовим для нашого регіону практикам. У сівозміні соя розміщувалася після пшениці озимої.

В схему досліді були включені наступні варіанти: 1) контроль – без добрив; 2) $P_{19}K_{14}$; 3) $N_{17}P_{38}K_{28}$; 4) $N_{34}P_{57}K_{42}$; 5) $N_{51}P_{76}K_{56}$.

Обробка насіння: протруйник Вайбранс® RFC 112,5 ТН (1 л/т), інокулянт BASF ХіСтік Соя (5 кг/т), айдамін-комплексний (В, Fe, Mn, Zn, Мо) (2 л/т).

Мінеральні добрива: аміачна селітра – 34 % д.р., гранульований суперфосфат – 19 % д.р., калімаг – 28 % д.р.

Впродовж польових дослідів, ми проводили комплекс намічених досліджень, таких як фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, обліки врожайності та лабораторні аналізи, згідно із загальноприйнятими методиками [50].

Дослід був закладений на ділянках площею 38 м², з яких для обліку використовували облікові ділянки площею 30 м². Дослід був закладений у чотирьох повтореннях за систематичною схемою.

Упродовж вегетаційного періоду сої проводили регулярні фенологічні спостереження, обліки та лабораторні аналізи з метою комплексної оцінки впливу досліджуваних факторів.

З метою оцінки впливу досліджуваних факторів на властивості ґрунту відбирали зразки ґрунту з орного шару (0-30 см) як перед початком польових досліджень, так і перед збиранням врожаю. Для оцінки забезпеченості ґрунту рухомими формами поживних речовин використовували такі методи: для

азоту – метод Корнфілда, для фосфору та калію – метод Мачигіна. Вміст гумусу в ґрунті визначали за класичним методом Тюріна. Значення рН сольової витяжки визначали потенціометричним методом, що дозволяє точно виміряти кислотність ґрунту [37].

Для оцінки густоти рослин і динаміки фенологічних фаз сої застосовували стандартні методи польових досліджень. Площу листової поверхні рослин визначали відповідно до затвердженої методики. Для визначення вмісту сухої речовини зразки піддавали висушуванню до постійної маси [50, 54].

З метою аналізу врожайності відбирали зразки рослин з ділянок площею 1 м². Для аналізу структури врожаю ми детально дослідили 25 рослин, оцінивши їхні розміри, кількість зерен та інші характеристики. Для визначення урожайності використовували комбайн Case 2388. Зібране зерно очищали від домішок і перераховували на суху масу, тобто на вологість 14%. Вміст «сирого» жиру у відібраних зразках зерна визначали методом екстракції в апараті Сокслета. Вміст сирого протеїну у відібраних зразках зерна визначали за кількістю загального азоту [50, 54].

Економічну та енергетичну оцінку ефективності досліджуваних норм внесення добрив проводили відповідно до методики О. К. Медведовського [18, 46].

Статистичний аналіз даних урожайності проводили дисперсійним та кореляційно-регресійним методами з використанням програми Statistika.

2.5 Характеристика сорту «***» та агротехніка вирощування сої на дослідній ділянці**

У Західному Лісостепу нові сорти сої ще не були достатньо вивчені, що створює потребу в дослідженні скоростиглих сортів. Такі сорти мають потенціал для повної реалізації своїх генетичних можливостей в умовах цієї

грунтово-кліматичної зони.

Соя «*****» (CALGARY Bt) – це результат інноваційних розробок канадських (SERTIS HOLDING S.A.) і американських вчених (DOW Chemical). Цей генетично модифікований сорт був створений у 2021 році на основі найсучасніших нанотехнологій. Занесений до реєстру рослин сортів України 2022 рік. Польові дослідження підтвердили високу адаптивність сорту до різних агроекологічних умов, включаючи регіони з різко континентальним кліматом та тропічним кліматом [30].

Цей сорт демонструє високу продуктивність, досягаючи максимальних показників урожайності – до 8,5 т/га. За даними досліджень, середня врожайність сої в посушливих агрокліматичних зонах складає близько 7,5 т/га.

Генетично модифікований сорт сої «*****» демонструє підвищену толерантність до високих температур, витримуючи нагрівання до +60°C. Це обумовлено внесенням генетичних конструкцій, що забезпечують стійкість рослини до стресових умов.

Сорт сої «*****» характеризується високим рівнем стійкості до комплексу патогенів, що викликають фузаріоз, іржу, борошнисту росу, аскохітоз та бактеріози. Сорт сої «*****» є генетично модифікованим організмом, що демонструє високий рівень резистентності до широкого спектра вірусних патогенів.

Введення гена Bt (*Bacillus thuringiensis*) надає сої резистентність до низки комах-шкідників, зокрема до лускокрилих (совки, луговий метелик) та двокрилих (паросткова муха), що є основними фітофагами цієї культури. Bt-ендотоксини проявляють високу специфічність дії, викликаючи параліч та загибель комах-шкідників шляхом руйнування епітелію середньої кишки. При цьому вони не токсичні для хребетних тварин, включаючи людину.

Генетична модифікація надала сої стійкість до гліфосату, що дозволяє проводити післясходові обробки гербіцидом Раундап без фітотоксичної дії на культуру [30].

Сорт сої «*****» характеризується високою однорідністю дозрівання, що дозволяє проводити збирання в оптимальні фенологічні фази без застосування десикантів. Рослини мають підвищену стійкість до абіотичних стресів, таких як вітролом і град, що забезпечує збереження врожаю.

Сорт сої «*****» характеризується високим вмістом протеїну (до 40%), що робить його перспективним для використання в харчовій та кормовій промисловості. Збалансований профіль амінокислот, наявність вітамінів групи В, Е і С, а також ненасичених жирних кислот підвищують його харчову цінність [30].

Він має підвищену толерантність до абіотичних стресів, зокрема до температурних перепадів та водного дефіциту.

Завдяки здатності до самозапилення, сорт не вимагає присутності комах для запилення квіток і формування зав'язі.

Генетичні зміни зробили цю сою стійкою до солончаків, розширивши ареал її вирощування на території з несприятливими ґрунтовими умовами.

Завдяки висоті стебла в 160 сантиметрів, цей сорт сої має потужний вегетативний апарат. Наявність потужної стрижневої кореневої системи, що досягає глибини 350 см, забезпечує рослині ефективне водопостачання та мінеральне живлення. Висока щільність розміщення бобів на рослині (до 640 штук) та низьке їхнє кріплення (від 11 см від поверхні ґрунту) свідчать про високий потенціал урожайності сорту. Рекомендована густина стояння рослин цього сорту становить 600 тис. нас. на гектар. Маса 1000 насінин складає 200 грам. Глибина загортання насіння варіюється залежно від гранулометричного

складу ґрунту: для легких ґрунтів рекомендована глибина 4 см, для важких – 2 см. Ширина міжрядь становить 15 сантиметрів. Фізіологічна стиглість настає через 94 дні після сівби.

Збирати врожай слід після настання фізіологічної стиглості, що характеризується повним опадом листя і висиханням стебел з бобами.

Оптимізація технології вирощування сої є необхідною умовою для отримання стабільних високих врожаїв зерна з бажаними якісними характеристиками [41].

Було проведено комплекс агротехнічних заходів, характерних для вирощування сої в умовах Малого Полісся.

Попередньою культурою на дослідних ділянках була пшениця озима. Для дослідження був обраний сорт сої «*****», який висівали з густотою стояння рослин 600 тис. насінин на гектар, використовуючи вузькорядний спосіб посіву.

Для створення оптимальних умов для проростання насіння сої здійснили передпосівний обробіток ґрунту шляхом луцення на глибину 7-9 см. Весняну обробку ґрунту виконували культиватором та бороною з метою закриття вологи. З метою зменшення забур'яненості поля перед посівом було проведено передпосівну культивацію.

Оптимальні умови для посіву сої склалися 7 травня, коли температура ґрунту досягла +13-15°C. Висівання проводили з шириною міжрядь 15 см.

З метою створення оптимальних умов для проростання насіння та підвищення енергії проростання після сівби здійснювали коткування посівів. З метою знищення бур'янів та створення оптимальних умов для росту рослин сої на стадії "першого справжнього листочка" було проведено боронування.

Обробка насіння: протруйник Вайбранс® RFC 112,5 ТН (1 л/т), інокулянт BASF ХіСтік Соя (5 кг/т), айдамін-комплексний (В, Fe, Mn, Zn, Мо) (2 л/т).

Мінеральні добрива: аміачна селітра – 34 % д.р., гранульований суперфосфат – 19 % д.р., калімаг – 28 % д.р.

Як протруйник зерна застосовували Вайбранс RFC (флудиоксоніл 25 л/га, металаксил-М 37,5 г/л, седаксан 50 г/л) в нормі витрати препарату 1,0 л/т. Для контролю над однорічними злаковими та дводольними бур'янами застосовували гербіциди Базагран (бентазон 480 г/л) в нормі 1,5-3,0 л/га та Фронт'єр Оптіма (диметенамід-П 720 г/л) в нормі 0,8-1,2 л/га. Від хвороб використовували фунгіцид Абакус 18,3% (епоксиконазол 62,5 г/л, піраклостробін 62,5 г/л) в нормі 1,5 л/га). Для захисту посівів від шкідників застосовували інсектицид Нуредін супер в нормі 0,75-1,25 л/га. Для проведення десикації культур використовували препарат Реглон Супер 150 SL з нормою витрати 2,0-3,0 л/га. Всі обприскування проводили ОГН-1000.

Сою збирали 12 серпня, коли в зернах було 14% вологи, за допомогою комбайна Case 2388.

Розділ 3

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)

3.1 Вплив рівня мінерального удобрення на агрохімічні показники дерново-карбонатного ґрунту

Родючість ґрунтів значною мірою залежить від того, як ми їх обробляємо. Застосування сучасних агротехнічних прийомів, зокрема збалансованого живлення рослин, сприяє підвищенню родючості ґрунтів та збільшенню врожаїв. Для підвищення родючості ґрунтів необхідно застосовувати комплекс агротехнічних заходів, які враховують генетичні властивості ґрунту та умови ґрунтоутворення. Оптимальний набір агротехнічних прийомів визначається індивідуально для кожного конкретного типу ґрунту. Важливим фактором підвищення родючості ґрунтів є регулювання живлення рослин шляхом застосування мінеральних добрив. Це дозволяє забезпечити рослини необхідними елементами живлення та оптимізувати процеси росту і розвитку [16, 18].

Максимальна продуктивність сільськогосподарських культур безпосередньо залежить від достатнього забезпечення рослин елементами живлення протягом вегетаційного періоду [18, 65].

Високий рівень використання добрив в деяких регіонах країни дає можливість перейти до точного регулювання основних властивостей ґрунтів з метою підвищення їх родючості [65].

Згідно з результатами зарубіжних наукових досліджень, економічно обґрунтованим є застосування фосфорних мінеральних добрив за вмісту рухомого фосфору в орному шарі ґрунту нижче 40 кг/га та калійних добрив – нижче 80 кг/га [69].

З метою оцінки динаміки зміни властивостей ґрунту в процесі вирощування сої сорту «*****» проводили відбір зразків дерново-карбонатного ґрунту до початку дослідів та перед збиранням урожаю. Результати агрохімічних аналізів цих зразків наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив удобрення на агрохімічні показники дерново-карбонатного ґрунту у 2024 році, мг/кг ґрунту

Варіант дослідів	Лужногідролізований азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
	до закладки дослідів		
	155	26	210
перед збиранням урожаю			
Контроль – без добрив	150	21	203
P ₁₉ K ₁₄	158	34	211
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	166	39	217
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	175	44	225
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	183	49	228

Агрохімічний аналіз дерново-карбонатного ґрунту, проведений перед закладкою польового дослідів, показав наступні результати (табл. 3.1): вміст лужногідролізованого азоту (метод Корнфілда) становив 155 мг/кг, рухомого фосфору (метод Мачигіна) – 26 мг/кг, обмінного калію (метод Мачигіна) – 210 мг/кг.

Порівняльний аналіз агрохімічних показників ґрунту на контрольній ділянці (без внесення добрив) свідчить про зниження вмісту доступних для рослин форм азоту, фосфору та калію до кінця вегетаційного періоду сої. Зокрема, вміст лужногідролізованого азоту становив 150 мг/кг, рухомого фосфору – 21 мг/кг, обмінного калію – 203 мг/кг ґрунту. Внесення фосфорних

і калійних добрив у нормі $P_{19}K_{14}$ призвело до підвищення вмісту основних елементів живлення в ґрунті. Так, вміст лужногідролізованого азоту становив 158 мг/кг, рухомого фосфору – 34 мг/кг і обмінного калію – 211 мг/кг. Результати агрохімічних досліджень свідчать про позитивну кореляцію між дозами внесених мінеральних добрив, зокрема азотних, та вмістом основних елементів живлення (азоту, фосфору, калію) в ґрунті. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{17}P_{38}K_{28}$ забезпечило значне накопичення елементів живлення в ґрунті в третьому варіанті досліду. Вміст лужногідролізованого азоту становив 166 мг/кг, рухомого фосфору – 39 мг/кг і обмінного калію – 217 мг/кг. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{34}P_{57}K_{42}$ забезпечило максимальне накопичення елементів живлення в ґрунті в четвертому варіанті досліду. Вміст лужногідролізованого азоту становив 175 мг/кг, рухомого фосфору – 44 мг/кг і обмінного калію – 225 мг/кг. Найвищий рівень забезпеченості ґрунту основними елементами живлення був досягнутий при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. Вміст лужногідролізованого азоту становив 183 мг/кг, рухомого фосфору – 49 мг/кг, обмінного калію – 228 мг/кг. Наведені дані свідчать про оптимальність даної норми для отримання максимального врожаю сорту сої «*****».

Отже, результати агрохімічних аналізів свідчать про те, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ в п'ятому варіанті досліду призвело до підвищення забезпеченості дерново-карбонатного ґрунту рухомими формами азоту, фосфору та калію, що є необхідною умовою для ефективного вирощування сої. Внесення мінеральних добрив у максимальній нормі призвело до значного підвищення вмісту основних елементів живлення в ґрунті. Так, вміст лужногідролізованого азоту збільшився на 28 мг/кг, рухомого фосфору – на 23 мг/кг, обмінного калію – на 18 мг/кг порівняно з показниками до закладки польового досліду.

3.2 Вплив удобрення на проходження фаз вегетації сої

Оптимальна тривалість вегетаційного періоду є одним з ключових факторів при селекції сої. Залежно від агрокліматичних умов регіону, цей показник може варіювати в межах від 90 до 110 діб [41].

Фенологічні спостереження за соєю сорту «*****» в умовах Малого Полісся виявили, що тривалість вегетаційного періоду цієї культури детермінована не лише гідротермічним режимом, але й агротехнічними прийомами, зокрема, системою мінерального живлення. Посів сої проводили 7 травня.

Проведені нами дослідження засвідчили, що рівень мінерального живлення суттєво впливає на тривалість міжфазних періодів онтогенезу сої. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив рівня мінерального удобрення на тривалість періодів вегетації сої у 2024 році

Варіант досліджу	Тривалість міжфазних періодів, діб				
	сівба – сходи	сходи – бутоні- зація	бутоні- зація – цвітіння	цвітіння – повна стиглість	сходи – повна стиглість
Контроль – без добрив	10	24	14	55	93
P ₁₉ K ₁₄	10	24	14	56	94
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	10	24	14	57	95
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	10	24	14	58	96
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	10	24	14	59	97

Згідно з отриманими даними, тривалість міжфазного періоду сої «сівба – сходи» була однаковою у всіх варіантах досліджу і складала 10 діб (табл. 3.2).

У контрольному варіанті тривалість міжфазних періодів становила: «сівба – сходи» – 10 діб, «сходи – бутонізація» – 24 доби, «бутонізація – цвітіння» – 14 діб. У всіх інших варіантах досліду (з другого по п'ятий) ці періоди були трохи довшими.

У четвертому та п'ятому варіантах тривалість міжфазного періоду «сходи – бутонізація» була однаковою і складала 24 доби. Найдовший період «цвітіння – повна стиглість» (59 діб) спостерігався при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. У варіанті з внесенням $N_{34}P_{57}K_{42}$ цей період тривав трохи менше – 58 діб.

Найкоротший період «сходи – повна стиглість» спостерігався у контрольному варіанті і складав 93 доби. Найдовший період, 97 діб, був зафіксований при внесенні добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. У варіанті з внесенням добрив у нормі $N_{34}P_{57}K_{42}$ тривалість цього періоду становила 96 діб.

Наші дослідження показали, що існує прямий зв'язок між кількістю добрив і тривалістю вегетаційного періоду сої. Іншими словами, чим більше добрив, тим довше рослина розвивається.

3.3 Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від удобрення

Формування оптимальної густоти стояння рослин сої є одним з ключових факторів, що впливають на ефективність використання фотосинтетичної активної радіації і, як наслідок, на рівень продуктивності культури. Літературні джерела свідчать, що для забезпечення дружних і рівномірних сходів сої необхідно використовувати посівний матеріал високої якості, який характеризується великими розмірами насіння, високою схожістю та енергією проростання [4, 6, 9].

Вживаність рослин визначається як відношення кількості рослин у фазі повних сходів до кількості рослин, що збереглися на момент збирання врожаю.

Цей показник є важливим індикатором стійкості рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища впродовж вегетаційного періоду [41, 51].

Проведені дослідження засвідчили, що підвищення норм мінерального живлення є ефективним агротехнічним прийомом, який сприяє підвищенню польової схожості та виживаності рослин сої в умовах Малого Полісся. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Польова схожість і виживаність сої залежно від рівня мінерального удобрення у 2024 році

Варіант досліджу	Після сходів, тис./га	Польова схожість, %	Перед збиранням, тис./га	Виживаність, %
Контроль – без добрив	551	91,9	462	83,8
P ₁₉ K ₁₄	553	92,2	467	84,4
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	560	93,3	476	85,1
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	560	93,4	484	86,3
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	571	95,2	497	87,0
Середнє	559	93,2	477	85,3

Аналіз табличних даних за 2024 рік показав, що середня щільність стояння рослин після сходів становила 559 тис./га, а польова схожість – 93,2% (табл. 3.3). Однак, виживаність рослин до фази збирання становила лише 85,3%, що відповідає 477 тис./га. Отримані результати свідчать про деякі втрати рослин протягом вегетаційного періоду.

В контрольному варіанті без внесення добрив було отримано найнижчі показники польової схожості (91,9%) та виживаності рослин (83,8%). Це свідчить про те, що відсутність мінерального живлення негативно вплинула на процес проростання насіння та подальший розвиток рослин. За умови внесення мінеральних добрив у нормі N₁₇P₃₈K₂₈ було встановлено польову схожість на рівні 93,3% та виживаність рослин – 85,1%. Отримані дані свідчать про високу ефективність такого живлення рослин. Максимальна польова

схожість (95,2%) та виживаність рослин (87%) були зафіксовані у варіанті досліді з внесенням мінеральних добрив за нормою N₅₁P₇₆K₅₆.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що збільшення норм мінерального живлення є ефективним агротехнічним прийомом, який сприяє підвищенню польової схожості та виживаності рослин сої сорту «*****».

3.4 Наростання площі листкової поверхні сої залежно від мінерального удобрення

Наукова література містить численні докази того, що площа листової поверхні та інтенсивність фотосинтезу у рослин сої значною мірою детерміновані агротехнічними заходами [60, 61].

Аналіз динаміки формування площі листової поверхні сої за різних рівнів мінерального живлення показав, що мінімальні значення цього показника спостерігалися у фазі від сходів до бутонізації і становили 33,7-39,1 тис. м²/га. (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив різних норм мінеральних добрив на розвиток листової поверхні сої в вегетаційний період 2024 року, тис. м²/га

Варіант досліді	Періоди росту й розвитку		
	сходи – бутонізація	бутонізація – цвітіння	цвітіння – наливання зерна
Контроль – без добрив	33,7	44,5	40,8
P ₁₉ K ₁₄	36,4	47,9	43,7
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	37,9	49,7	43,9
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	38,4	50,2	45,1
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	39,1	51,3	46,4
Середнє	37,1	48,7	44,0

Результати досліджень показують, що за внесення мінеральних добрив в нормі $N_{34}P_{57}K_{42}$ площа листової поверхні рослин сої у періоди росту й розвитку „сходи – бутонізація” становила 38,4 тис. $m^2/га$, „бутонізація – цвітіння” – 50,2 тис. $m^2/га$ і „цвітіння – наливання зерна” – 45,1 тис. $m^2/га$.

У період росту й розвитку „бутонізація – цвітіння” найбільшу площу листової поверхні рослин 51,3 тис. $m^2/га$ одержали за удобрення в нормі $N_{51}P_{38}K_{56}$. На контролі площа листової поверхні рослин у період „бутонізація – цвітіння” була нижчою і становила 44,5 тис. $m^2/га$.

Максимальне значення площі листової поверхні рослин сої (46,4 тис. $m^2/га$) було зафіксовано у фазі „цвітіння – наливання зерна” при застосуванні добрива $N_{51}P_{76}K_{56}$. (табл. 3.4).

Отримані дані свідчать про те, що застосування мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ забезпечило найбільш інтенсивне наростання листової поверхні рослин сої, що, ймовірно, обумовило підвищення продуктивності культури.

3.5 Наростання вегетативної маси рослин залежно від рівня удобрення сої

Фотосинтетичний потенціал посівів сої значною мірою залежить від розвитку вегетативної маси. Листя, як основний орган фотосинтезу, визначає здатність рослин поглинати сонячну енергію та перетворювати її на органічні речовини, необхідні для росту і розвитку рослин. Формування високої урожайності та якості зерна сої безпосередньо пов'язане з оптимальним розвитком вегетативної маси рослин [41].

Величина надземної вегетативної маси рослин є інтегральним показником, який відображає сукупний вплив на рослини як абіотичних (кліматичні умови), так і біотичних (агротехнічні заходи, удобрення) факторів [6].

Аналіз динаміки накопичення вегетативної маси сої є важливим інструментом для оцінки ефективності різних елементів технології вирощування та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для підвищення продуктивності культури.

Проведені дослідження засвідчили, що динаміка накопичення вегетативної маси рослин сої має фазний характер. Максимальні темпи росту спостерігаються в період вегетації до фази наливу зерна, після чого настає фаза старіння, що супроводжується відтоком пластичних речовин з вегетативних органів до репродуктивних. Спостережуване зниження маси рослин сої у фазі повної стиглості може бути пояснено фізіологічним старінням, що проявляється в інтенсивному опаданні листків (близько 15% від загальної біомаси) та підвищенням інтенсивності дихання [9].

Дані про наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Вплив удобрення на динаміку наростання сухої надземної маси рослин сої у 2024 році, г/м²

Варіант досліджу	Фази вегетації				
	ВВСН 30-49 (гілкування)	ВВСН 60-65 (цвітіння)	ВВСН 66-70 (формування бобів)	ВВСН 71-79 (наливання зерна)	ВВСН 85-89 (повна стиглість)
Контроль – без	149	427	693	1007	909
P ₁₉ K ₁₄	228	746	1046	1649	1470
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	255	803	1328	1946	1759
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	264	859	1649	2266	1971
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	273	949	1975	2687	2291
Середнє	234	757	1338	1911	1680

Суша надземна маса рослин сої у середньому за варіантами досліджу зростала до фази ВВСН 71-79 –1911 г/м², після чого спостерігалось поступове зменшення цього показника до 1680 г/м² у фазу ВВСН 85-89 (табл. 3.5).

У варіанті досліду за удобрення в нормі $P_{19}K_{14}$ найвищу суху надземну масу рослин 1649 г/м^2 одержали у фазі вегетації ВВСН 71-79.

Суха надземна маса рослин сої за внесення мінеральних добрив $N_{17}P_{38}K_{28}$ у періоди росту й розвитку ВВСН 66-70 у середньому за варіантами досліду становила 1338 тис. г/м^2 , ВВСН 71-79 – 1911 тис. г/м^2 і ВВСН 85-89 – 1680 г/м^2 (табл. 3.5).

Максимальний вміст сухої речовини (273 г/м^2) був зафіксований у фазі ВВСН 30-49 при застосуванні добрива $N_{51}P_{76}K_{56}$. Найнижчі значення цього показника (149 г/м^2) були отримані на контрольному варіанті без внесення добрив.

Внесення фосфорних і калійних добрив у нормі $P_{19}K_{14}$ призвело до незначного збільшення вмісту сухої речовини в рослинах порівняно з контролем (без внесення добрив). Так, вміст сухої речовини становив 228 г/м^2 , що на 79 г/м^2 більше, ніж на контрольному варіанті. Внесення повного мінерального добрива, включаючи азотні добрива у весняний період, призвело до статистично достовірного збільшення надземної маси рослин у порівнянні з контрольним варіантом. Внесення повного мінерального добрива $N_{34}P_{57}K_{42}$ сприяло інтенсифікації росту рослин та призвело до збільшення сухої маси на 264 г/м^2 у фазі гілкування та 2266 г/м^2 у фазі наливання зерна.

Серед усіх досліджуваних варіантів внесення добрив найбільш ефективним виявилася норма $N_{51}P_{76}K_{56}$, яка забезпечило максимальне зростання рослин. Так, якщо на початку фази кущіння суха маса рослин становила 273 г/м^2 , то до фази наливання зерна вона збільшилася до 2687 г/м^2 .

Проведені дослідження дозволили встановити, що підвищення рівня мінерального живлення позитивно корелює зі збільшенням сухої маси рослин сої та, як наслідок, урожайністю.

3.6 Вплив азотних, фосфорних і калійних добрив на структуру врожаю

Зернова продуктивність сої визначається сукупністю кількісних і якісних показників, що характеризують продуктивність рослин та включають кількість бобів на рослині, насінневу продуктивність бобів, масу 1000 зерен та загальну масу зерна з однієї рослини [38, 41].

В ході проведених досліджень було вивчено вплив удобрення на показники структури урожайності сої. (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вплив норм мінеральних добрив на показники структури урожайності сої у 2024 році

Варіант досліджу	Кількість бобів на рослині,	Кількість зерен у бобі, шт.	Кількість зерен з 1 рослини, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з 1 рослини, г
Контроль – без добрив	11,4	1,8	20	187	3,8
P ₁₉ K ₁₄	14,2	2,0	32	191	6,3
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	15,1	2,1	32	201	6,4
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	15,3	2,1	33	202	6,6
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	15,4	2,2	34	203	6,7
Середнє	14,3	2,0	30	197	6,0

Згідно з даними таблиці 3.6, середні показники структури врожаю за варіантами досліджу були наступними: кількість бобів на рослині – 14,3 шт., кількість зерен у бобі – 2,0 шт., кількість зерен з 1 рослини – 30 шт., маса 1000 зерен – 197 г, маса зерна з 1 рослини – 6,0 г.

Дослідження показали, що застосування добрив сприяло покращенню показників структури врожаю. Дослідження показали, що збільшення дози азотних добрив з 17 до 51 кг/га призвело до незначного, але статистично достовірного збільшення кількості бобів на рослині з 15,1 до 15,4 штук.

Максимальна кількість бобів на рослині (15,4 штуки) була зафіксована при застосуванні добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. За внесення добрив в нормі $N_{34}P_{57}K_{42}$, кількість бобів на рослині була трохи меншою – всього 15,3 штуки. У другому варіанті дослідження кількість бобів на одній рослині становила 14,2 штуки, а в третьому – 15,1 штуки. (табл. 3.6).

Збільшення кількості мінеральних добрив призвело до зростання кількості зерен у кожному бобі. У контрольному варіанті середня кількість зерен у бобі становила 1,8. Максимальне значення цього показника (2,2 зерна) було зафіксовано у п'ятому варіанті при внесенні добрив $N_{51}P_{76}K_{56}$.

Збільшення норми внесення добрив від $P_{19}K_{14}$ до $N_{51}P_{76}K_{56}$ призвело до зростання кількості зерен з однієї рослини з 20 до 34 штук.

Маса 1000 зерен є одним з ключових показників, який використовується для оцінки структури врожаю сої та його якості. Найвищий показник маси 1000 зерен (203 г) був отриманий у п'ятому варіанті дослідження. Результати дослідження свідчать про те, що зниження норми внесення добрив призводить до зменшення маси 1000 зерен, причому найнижче значення цього показника було зафіксовано у варіанті без внесення добрив (187 г).

Найвищий показник маса зерна з 1 рослини (6,7 г) був отриманий у варіанті дослідження мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$.

Отже, отримані дані свідчать про те, що підвищені норми мінерального живлення суттєво впливають на формування елементів структури врожайності сої сорту «*****» на дерново-карбонатному ґрунті. Найвищі значення цих показників були зафіксовані при застосуванні добрива $N_{51}P_{76}K_{56}$.

3.7 Урожайність сої залежно від рівня мінерального удобрення

Загальновідомо, що урожайність і якість зерна сої знаходяться під суттєвим впливом ґрунтово-кліматичних умов вирощування та рівня забезпеченості рослин елементами живлення. При розробці системи удобрення сої необхідно враховувати ефективну родючість ґрунту, якість

попередників та біологічні особливості сорту, що дозволить забезпечити збалансоване живлення рослин і підвищити продуктивність культури [41, 52].

В таблиці 3.7 представлені результати дослідження впливу різних норм мінеральних добрив на урожайність сої.

Таблиця 3.7 – Вплив рівня мінерального удобрення на урожайність сої у 2024 році

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Приріст урожайності	
		т/га	%
Контроль – без добрив	1,98	-	-
P ₁₉ K ₁₄	3,12	1,14	57,6
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	3,29	1,31	66,2
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	3,46	1,48	74,7
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	3,58	1,60	80,8
Середнє, т/га	3,09		
HP ₀₅ , т	0,06		

Як видно з результатів досліджень в таблиці 3.7, найнижчу урожайність сої 1,98 т/га одержали на контролі (без добрив). У другому варіанті досліджу, при застосуванні добрива P₁₉K₁₄, було отримано приріст урожайності на рівні 1,14 т/га, що перевищує контроль на 57,6%. У третьому варіанті досліджу було зафіксовано вищий приріст урожайності – 1,31 т/га, що перевищує контроль на 66,2%. За використання добрив в нормі N₃₄P₅₇K₄₂ у четвертому досліді, врожайність зросла на 1,48 тонни з кожного гектара, це на 74,7% більше контролю.

Максимальний приріст урожайності зерна сої був зафіксований у варіанті з внесенням мінеральних добрив N₅₁P₇₆K₅₆. У цьому варіанті досліджу врожайність досягла найвищого показника – 3,58 тонни на гектар, що на 1,60 тонни більше, ніж у контрольному варіанті, або на 80,8 %.

За допомогою статистичного аналізу ми підтвердили достовірність даних про врожайність. Детальні результати цього аналізу наведені у додатку Б.

На рисунку 3.1, 3.2 та 3.3 представлені графіки залежності урожайності від вмісту в ґрунті таких елементів живлення, як лужногідролізований азот, рухомий фосфор та обмінний калій. Результати кореляційно-регресійного аналізу, що дозволяє оцінити тісноту зв'язку між цими показниками, наведені у відповідних підписах до графіків.

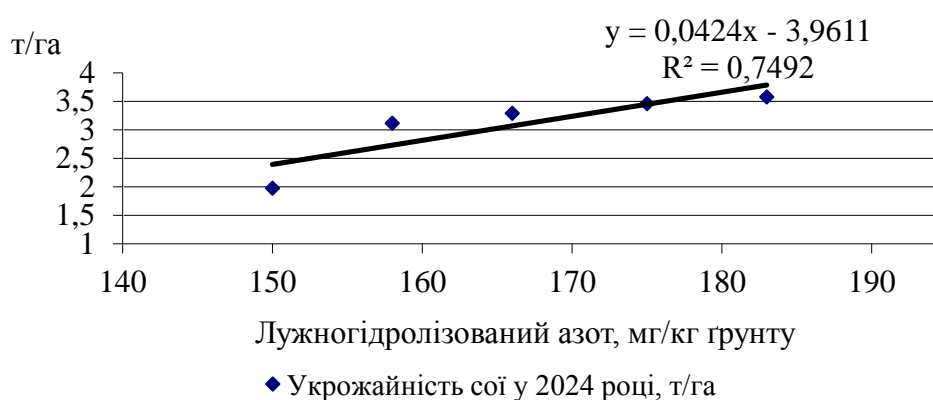


Рис. 3.1. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту

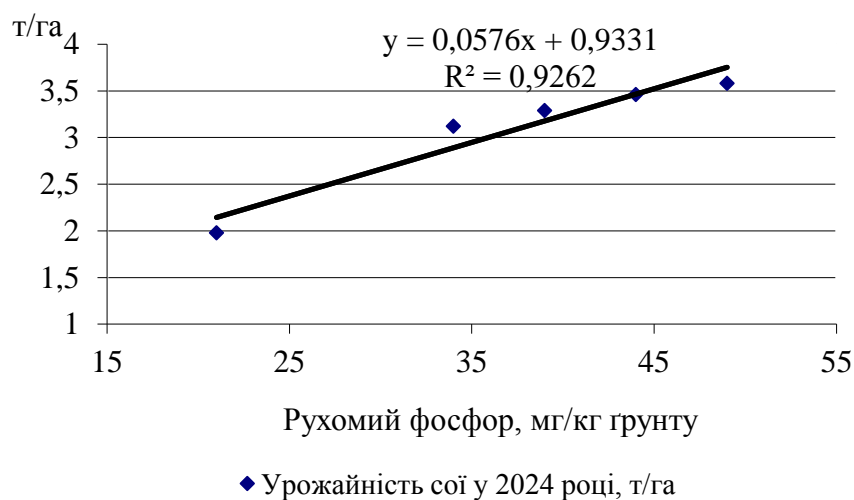


Рис. 3.2. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті рухомого фосфору

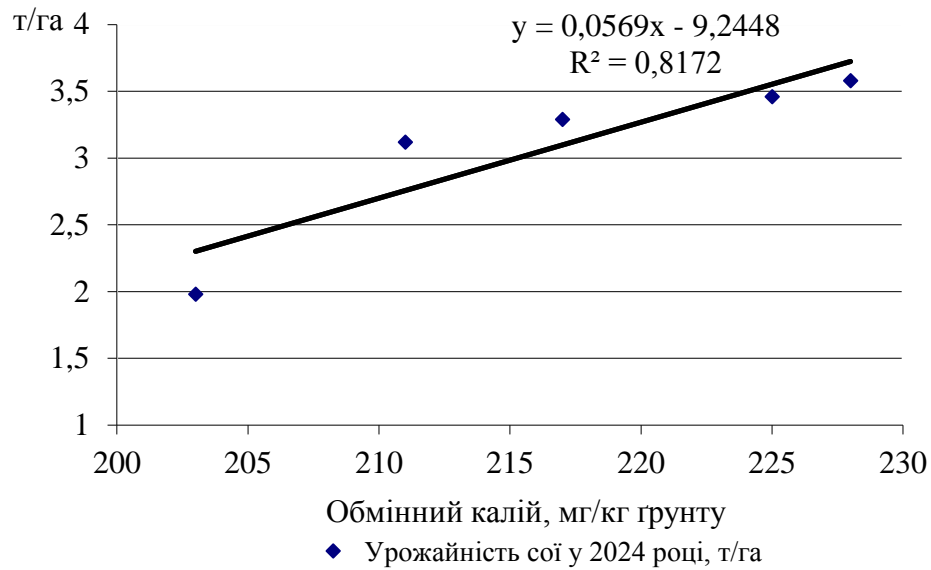


Рис. 3.3. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті обмінного калію

Як видно з рис. 3.1, 3.2 і 3.3. множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від вмісту в ґрунті рухомих форм азоту, фосфору і калію і найнижчим він був ($R^2 = 0,74$) від лужногідролізованого азоту.

На рис. 3.4, 3.5, 3.6 і 3.7 наведені залежності урожайності від показників структури врожайності сої та результати їх кореляційно-регресійного аналізу.

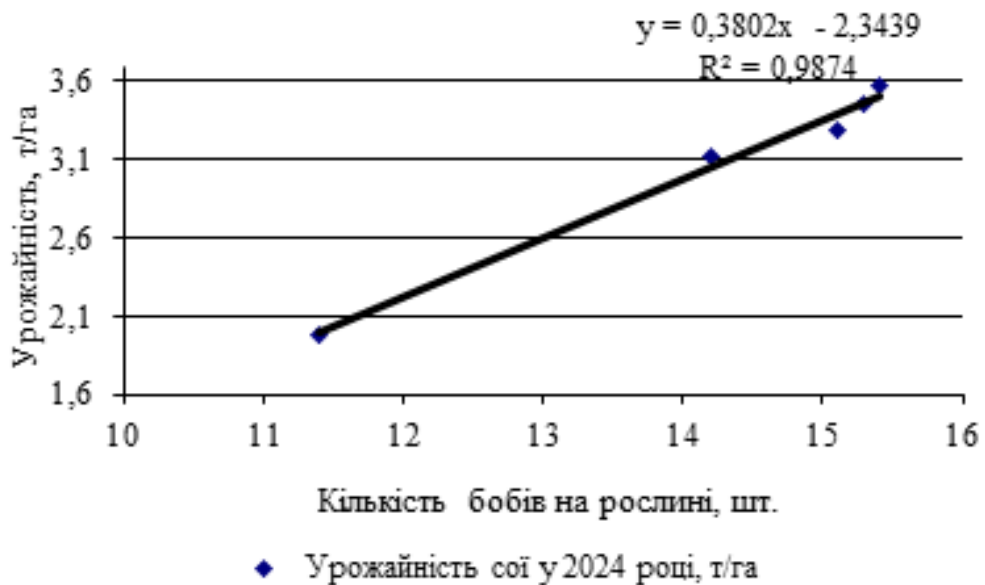


Рис. 3.4. Залежність урожайності сої від кількості бобів на рослині

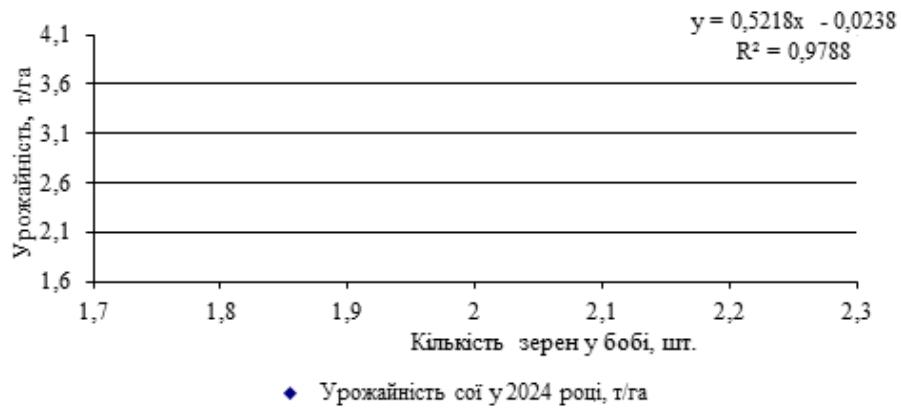


Рис. 3.5. Залежність урожайності сої від кількості зерен у бобі

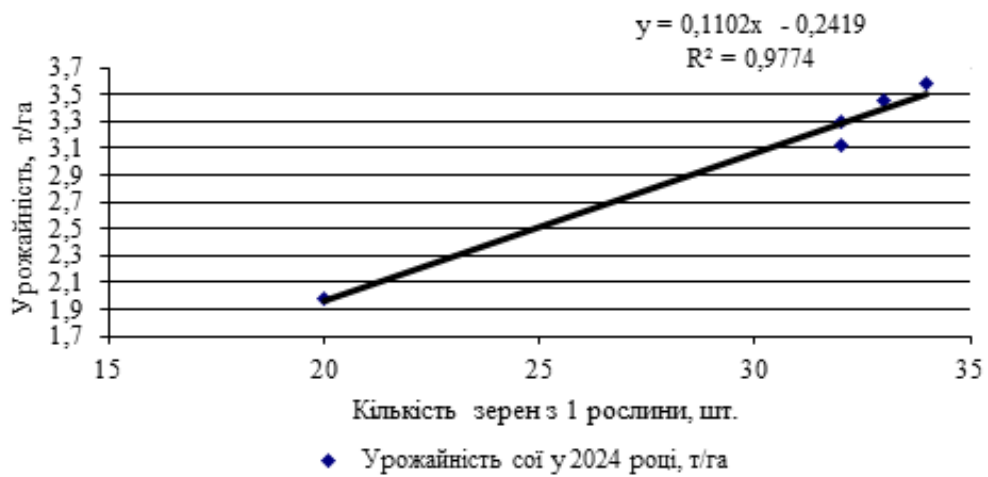


Рис. 3.6. Залежність урожайності сої від кількості зерен з 1 рослини

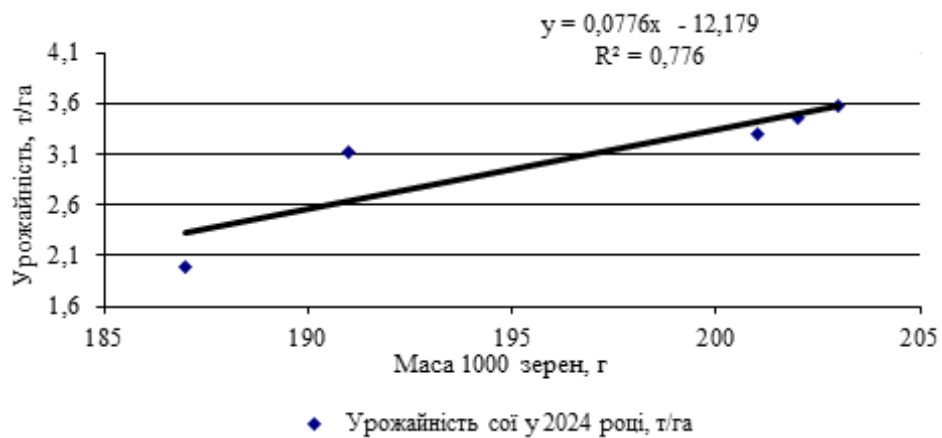


Рис. 3.7. Залежність урожайності сої від маси 1000 зерен

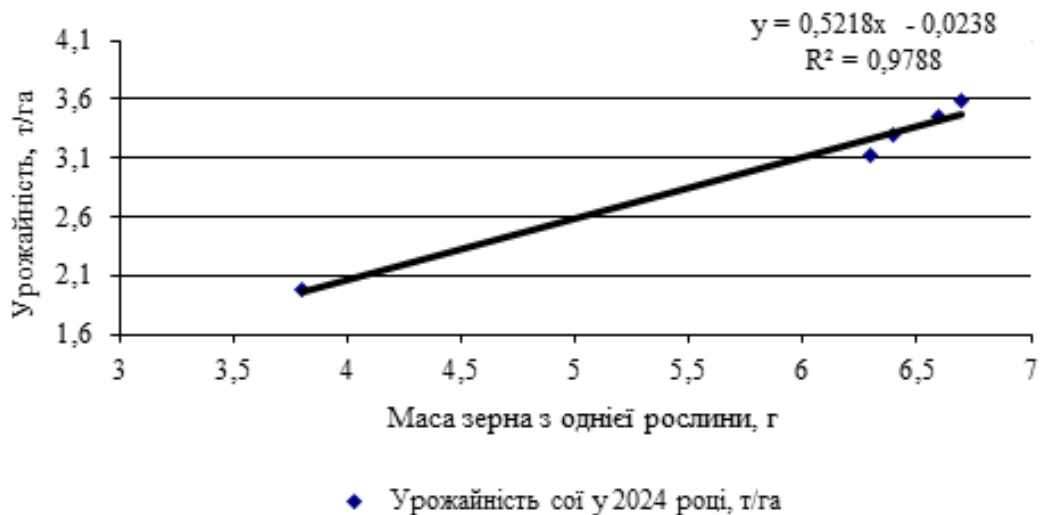


Рис. 3.8. Залежність урожайності сої від маси зерна з 1 рослини

Як видно з рис. 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 і 3.8 множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від показників структури врожайності сої і найнижчим він був ($R^2 = 0,73$) від маси 1000 зерен.

Отже, все вищесказане дозволяє стверджувати, що найвищу урожайність сої 3,58 т/га одержали за норми внесення мінеральних добрив $N_{51}P_{38}K_{56}$.

3.8 Вплив рівня мінерального удобрення на фракційний склад зерна сої

Диференційоване внесення макроелементів (азоту, фосфору, калію) забезпечувало створення різних умов мінерального живлення рослин сої, що обумовлювало варіабельність морфофізіологічних показників та продуктивності.

Згідно з даними таблиці 3.8, в контрольному зразку сої спостерігається переважання дрібних (менше 5,5 мм) та середніх (5,5-6,5 мм) фракцій зерна, які становили відповідно 21,3% та 65,8 % від загальної кількості.

Таблиця 3.8 – Вплив рівня і складу мінерального удобрення на якісні показники зерна сої у 2024 році

Варіант досліджу	Фракції зерна, %		
	менше 5,5 мм (дрібна)	5,5-6,5 мм (середня)	більше 6,5 мм (велика)
Контроль – без добрив	21,3	65,8	12,9
P ₁₉ K ₁₄	19,5	63,7	16,8
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	18,2	62,8	19,0
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	17,2	62,5	20,3
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	16,6	61,7	21,7
Середнє	18,6	63,3	18,1

Фракція зерна розміром понад 6,5 мм у контрольному варіанті становила лише 12,9%. Внесення мінеральних добрив призводило до збільшення кількості зерен середнього та великого розміру. Серед усіх досліджених варіантів, найбільша кількість великих зерен (21,7%) була отримана при застосуванні повного мінерального добрива N₅₁P₇₆K₅₆ (п'ятий варіант).

При внесенні мінерального добрива N₃₄P₅₇K₄₂ фракційний склад зерна складав: 17,2% – фракція менше 5,5 мм, 62,5% – фракція 5,5-6,5 мм та 20,3% – фракція більше 6,5 мм. При парному внесенні фосфорних і калійних добрив у другому варіанті досліджу фракційний склад зерна складав: 19,5% – фракція менше 5,5 мм, 63,7% – фракція 5,5-6,5 мм та 16,8% – фракція більше 6,5 мм.

Отримані дані підтверджують, що застосування повного мінерального добрива є більш ефективним для збільшення вмісту середніх і великих зерен у врожаї. Максимальні показники середньої фракції зерна 61,7% та великої 21,7 % були зафіксовані за внесення мінеральних добрив в нормі N₅₁P₇₆K₅₆.

3.9 Якісні показники зерна сої залежно від мінерального удобрення

Оптимізація мінерального живлення сої є ефективним інструментом для підвищення як кількісних, так і якісних показників врожаю, а саме: збільшення маси зерна, вмісту в ньому білка, олії та інших цінних речовин.

Білки та ліпіди є незамінними макронутрієнтами, що відіграють ключову роль у забезпеченні енергетичних потреб організму та підтримці його функцій. Зростання глобального населення створює значний тиск на сільськогосподарське виробництво, спрямований на збільшення виробництва продуктів, багатих на білок і жир. Соя має вирішальне значення для подолання цієї проблеми. Хімічний склад сої характеризується високою концентрацією біологічно активних речовин, що значно перевищує показники інших сільськогосподарських культур. Соя характеризується збалансованим вмістом білків та ліпідів (відповідно 33-38% та 17-21%), що робить її цінним джерелом енергії та будівельних матеріалів для організму [17, 64].

Літературні джерела свідчать про те, що вміст білка в насінні сої корелює негативно з кількістю опадів та позитивно з температурою повітря протягом вегетаційного періоду. Навпаки, вміст жиру позитивно корелює як з кількістю опадів, так і з температурою повітря [62, 67].

Вміст сирого жиру та протеїну в зерні сої є важливими технологічними показниками, проте для комплексної оцінки ефективності виробництва необхідно враховувати також показники врожайності.

У таблиці 3.9 наведені кількісні характеристики впливу різних норм добрив на вміст сирого протеїну та сирого жиру в зерні сої.

Таблиця 3.9 – Вплив різних норм добрив на показники якості зерна сої у 2024 році

Варіант досліджу	Вміст сирого протеїну, %	Збір сирого протеїну, т/га	Приріст збору сирого протеїну, т/га	Вміст сирого жиру, %	Збір сирого жиру, т/га	Приріст збору сирого жиру, т/га
Контроль – без добрив	36,8	0,73	–	21,5	0,43	–
P ₁₉ K ₁₄	37,9	1,18	0,45	17,7	0,55	0,12
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	40,4	1,33	0,60	17,6	0,58	0,15
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	41,2	1,43	0,70	17,3	0,60	0,17
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	42,7	1,53	0,80	16,9	0,61	0,18

За рівня мінерального удобрення N₅₁P₇₆K₅₆ одержали найвищий вміст сирого протеїну 42,7 % і його вихід 1,53 т/га (табл. 3.9). У третьому і четвертому варіантах досліджу вміст сирого протеїну становив 40,4% та 41,2% відповідно, а вихід сирого протеїну склав 1,33 та 1,43 т/га. У контрольному варіанті, без внесення добрив, вміст сирого протеїну склав 36,8%, а збір сирого протеїну становив 0,73 т/га.

У контрольному варіанті, без внесення добрив, вміст сирого жиру склав 21,5%. Найнижчий вміст жиру (16,9%) був зафіксований у п'ятому варіанті при використанні добрива N₅₁P₇₆K₅₆.

У п'ятому варіанті досліджу, при використанні мінерального добрива N₅₁P₇₆K₅₆, було отримано максимальний збір сирого жиру – 0,61 т/га. Найменший збір сирого жиру – 0,43 т/га – був зафіксований у контрольному варіанті.

Максимальні прирости збору сирого протеїну та сирого жиру були зафіксовані у п'ятому варіанті досліджу.

Взаємозв'язок між вмістом сирого протеїну і сирого жиру в сої та її урожайністю представлений на рисунках 3.9 і 3.10.

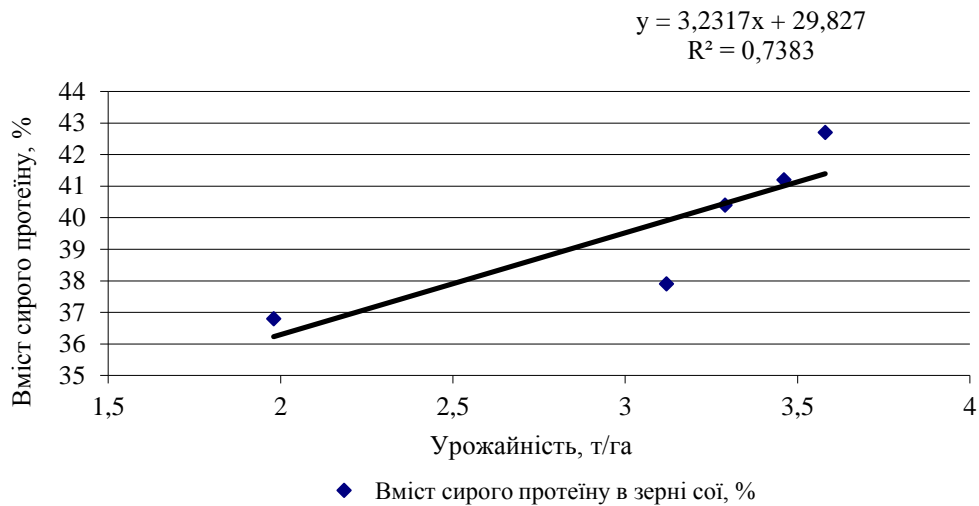


Рис.

3.9. Залежність урожайності від вмісту сирого протеїну в зерні сої

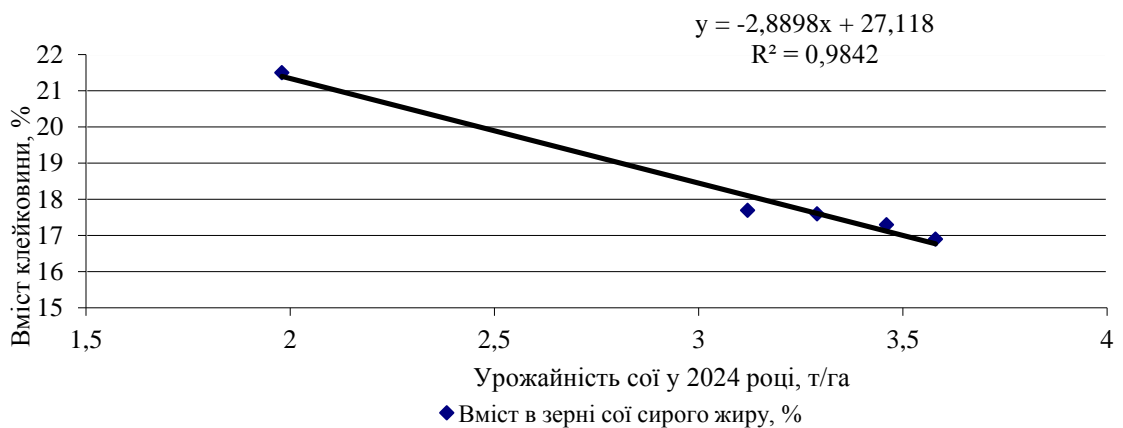


Рис. 3.10. Залежність урожайності від вмісту сирого жиру в зерні сої

Високий коефіцієнт детермінації, який спостерігається на рисунках 3.9 і 3.10, свідчить про наявність тісного зв'язку між урожайністю сої та якістю зерна.

Отже, внесення мінеральних добрив позитивно вплинуло на якісні показники зерна сої сорту «*****», вирощеної на дерново-карбонатному ґрунті Малого Полісся. Найвищі показники якості зерна були зафіксовані при використанні мінерального добрива $N_{51}P_{76}K_{56}$.

3.10 Економічна і енергетична ефективність внесення мінеральних добрив за вирощування сої

Економічна ефективність виробництва сільськогосподарської продукції характеризується співвідношенням між вартістю отриманого врожаю і сумою всіх витрат, пов'язаних з його вирощуванням.

Визначаючи економічну ефективність вирощування сої, ми враховували всі витрати, які виникають при обробітку одного гектара поля. Зокрема, ми аналізували, як змінюються загальні витрати при використанні різних норм внесення добрив [18].

Для оцінки ефективності впроваджених заходів використовувався комплекс показників, що дозволив визначити рівень економічної ефективності виробництва. При цьому найбільш вагомими вважалися такі показники, як прибуток і рентабельність, які відображають фінансові результати діяльності підприємства.

Прибуток визначається як різниця між виручкою від реалізації виробленої продукції та сумою всіх витрат на її виробництво, розрахованих на одиницю площі.

Рентабельність є важливим показником економічної ефективності сільськогосподарського виробництва і визначається як відношення чистого прибутку до суми всіх витрат, виражене у відсотках.

З метою визначення оптимальної норми і виду добрив для сої проводився економічний аналіз, який передбачав розрахунок вартості вирощеної продукції, виробничих витрат, собівартості одиниці продукції, прибутку, рентабельності та ефективності використання добрив. Вартісна оцінка виробленої продукції здійснювалася на основі даних про поточні державні закупівельні ціни.

Розрахунок виробничих витрат на одиницю площі здійснювався на основі даних первинного обліку господарства з використанням нормативів витрат, встановлених відповідно до типових технологічних карт.

Таблиця 3.10 містить дані про економічну ефективність вирощування сої за різних рівнів мінерального удобрення.

Таблиця 3.10 – Економічна ефективність застосування добрив під сою у 2024 році

Варіант дослідження	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Вартість приросту урожайності, грн./га	Всього затрат, грн./га	Затрати на добрива та їх внесення, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %	Окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення, грн.
Контроль – без добрив	1,98	39600	–	26100	–	13500	51,7	–
P ₁₉ K ₁₄	3,12	62400	22800	35868	9768	26532	74,0	2,33
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	3,29	65800	26200	36468	10368	29332	80,4	2,53
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	3,46	69200	29600	37428	11328	31772	84,9	2,61
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	3,58	71600	32000	38138	12038	33462	87,7	2,66

Згідно з результатами дослідження (таблиця 3.10), оптимальною нормою внесення мінеральних добрив для отримання максимального економічного ефекту є N₅₁P₇₆K₅₆. Найвищий рівень економічної ефективності був досягнутий у цьому варіанті дослідження, де чистий прибуток склав 33462 гривні з гектара при рівні рентабельності 87,7%. Другий спосіб удобрення рослин (P₁₉K₁₄) приніс менший дохід – 26532 грн./га. Хоча це все

одно непоганий результат, оскільки рентабельність склала 74%. Згідно з результатами дослідження, застосування норми внесення добрив $N_{34}P_{57}K_{42}$ є більш економічно доцільним, оскільки забезпечує збільшення рентабельності на 84,9% порівняно з варіантом $N_{17}P_{38}K_{28}$. У контрольному варіанті одержали найнижчий чистий прибуток 13500 грн./га та рівень рентабельності 51,7 %.

Енергетична оцінка є важливим інструментом для оптимізації виробництва в сільському господарстві. Вона доповнює традиційну економічну оцінку і дозволяє вибрати найбільш енергоефективні технології, що сприяє більш ефективному використанню коштів, виділених на розвиток сільського господарства [46].

Енергетична оцінка виробництва є важливим інструментом для підвищення енергоефективності. Вона дозволяє кількісно оцінити енерговитрати на різних етапах технологічного процесу і визначити потенціал для зменшення споживання енергії.

На основі проведеної енергетичної оцінки можна розробити комплекс заходів, спрямованих на підвищення енергоефективності виробництва. Це включає в себе впровадження новітніх технологій, використання більш продуктивних сортів рослин, оптимізацію використання добрив, води та інших ресурсів [46].

Коефіцієнт енергетичної ефективності – це показник, який дозволяє оцінити, наскільки ефективно використовується енергія у виробництві. Він показує, яка частина витраченої енергії перетворюється на енергію продукту. Якщо КЕЕ більше 1, це означає, що енергія використовується раціонально, і виробництво є енергоефективним [46].

Аналіз економічної ефективності застосування різних норм добрив під сою показав, що окупність кожної гривні, витраченої на добрива, зростає зі збільшенням норми їх внесення.

Отримані дані про енергетичну ефективність застосування мінеральних добрив наведено в табличній формі (таблиця 3.11).

Таблиця 3.11 – Енергетична ефективність удобрення сої, у 2024 році

Варіант досліджу	Урожай- ність, т/га	Енерго- ємність урожаю, МДж	Енерго- витрати на 1 га посіву, МДж	К _е е (коефіцієнт енергетичної ефективності) по зерну
Контроль – без добрив	1,98	35842	21084	1,7
P ₁₉ K ₁₄	3,12	56478	28239	2,0
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	3,29	59556	27071	2,2
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	3,46	62633	27232	2,3
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	3,58	64805	25922	2,5

Найвищий рівень енергоемності (25922 МДж/га) був характерний для варіанту досліджу з нормою внесення мінеральних добрив N₅₁P₇₆K₅₆. Варіант досліджу відзначився найвищим рівнем енергоемності врожаю (64805 МДж/га) та коефіцієнтом енергетичної ефективності 2,5, що свідчить про певний баланс між енерговитратами та отриманим результатом. При використанні норми внесення мінеральних добрив N₃₄P₅₇K₄₂ енергоемність урожаю була дещо нижчою (62633 МДж/га), проте енерговитрати на 1 га посіву були вищими (27232 МДж/га) порівняно з іншими варіантами досліджу. Найменша кількість енергії, акумульована у врожаї (35842 МДж/га), була характерна для контрольного варіанту. Незважаючи на це, саме у контрольному варіанті спостерігалися мінімальні загальні енерговитрати на гектар поля (21084 МДж/га), що, однак, свідчить про найнижчий коефіцієнт енергетичної ефективності (1,7) серед усіх досліджених варіантів.

Після проведення економічного та енергетичного аналізу, ми дійшли висновку, що найкращі результати на дерново-карбонатному ґрунті показала система удобрення сої сорту «*****», яка передбачала внесення мінеральних добрив у нормі N₅₁P₇₆K₅₆.

Розділ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ
НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

4.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

Законодавство про охорону праці в Україні постійно розвивається та вдосконалюється. Це пов'язано з новими викликами, які постають перед сучасним виробництвом, а також з міжнародними стандартами охорони праці.

Законодавство України про охорону праці складається із загальних законів: Конституції України, Закону „Про охорону праці”, Кодексу законів про працю України та інших [26].

Законодавство України про охорону праці є складною системою нормативних актів різного рівня, які взаємопов'язані між собою. Фундамент цієї системи складають такі базові закони як Конституція України, Закон України "Про охорону праці" та Кодекс законів про працю України, що містить загальні положення трудового права і регулює трудові відносини, включаючи питання охорони праці. Стаття 43 Конституції України закріплює одне з найважливіших соціальних прав людини – право на працю. Це означає, що кожен громадянин має можливість заробляти собі на життя, обираючи професію та місце роботи на власний розсуд.

Закон України "Про охорону праці" є одним з ключових нормативно-правових актів, що регулює відносини у сфері охорони праці в Україні. Він деталізує конституційне право на працю, надаючи конкретні вимоги до умов праці, обов'язки роботодавців і права працівників [26].

Організація служби охорони праці в ПОСП «*****» відповідає загальним принципам, встановленим законодавством України про охорону праці. Безпосереднє підпорядкування служби керівнику господарства свідчить про розуміння адміністрацією важливості цього питання.

Система контролю за охороною праці на підприємстві передбачає

залучення широкого кола відповідальних осіб: від керівництва (директора, заступника, головного інженера) до безпосередніх виконавців (майстрів, робітників). Система контролю за охороною праці на підприємстві є багаторівневою і включає: повсякденний контроль керівників, адміністративно-громадський контроль, контроль служби охорони праці та державний нагляд.

Регулярний контроль підтверджує, що умови праці, технологічні процеси та засоби захисту на підприємстві повністю відповідають вимогам безпеки.

Згідно із законодавством, працівники, які виконують роботу зі шкідливими умовами праці, мають право на безоплатне лікувальне харчування, скорочений робочий час, додаткову відпустку та інші компенсації, передбачені для таких категорій працівників [26].

Відповідно до вимог законодавства та умов колективного договору, роботодавець бере на себе зобов'язання забезпечити працівників засобами індивідуального захисту, необхідними для виконання трудових обов'язків у безпечних умовах.

4.2 Пожежна безпека при виконуваний операції

У сільському господарстві існують умови для виникнення всіх видів загоряння, і саме це пояснює велику кількість пожеж.

Під час збирання врожаю пожежі найчастіше виникають через порушення правил пожежної безпеки при використанні техніки, курінні та спалюванні рослинних залишків [15].

Згідно з правилами пожежної безпеки, при розробці генеральних планів підприємств передбачається дотримання необхідних відстаней між об'єктами, а також оптимальне розташування будівель і споруд з урахуванням їх призначення та потенційної пожежної небезпеки.

З огляду на високу пожежо- та вибухонебезпечність мінеральних

добрив, склади для їх зберігання обладнані спеціальними стелажми, піддонами та протипожежними щитами, які створюють окремі відсіки. Крім того, сухі добрива (крім селітр), рідкі добрива та селітри зберігаються в різних місцях.

Під час досягання зернових культур підвищується пожежонебезпечність полів, оскільки будь-яке джерело запалювання за сприятливих погодних умов (вітер) може спричинити швидке поширення вогню.

Основними причинами виникнення пожеж на полях є іскри, що вилітають з випускних систем двигунів, самозаймання соломи при контакті з розпеченими деталями машин та людська недбалість, пов'язана з відкритим вогнем [15, 19].

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки під час збиральних робіт покладається на керівника господарства. Перед початком жнив усі механізатори зобов'язані пройти навчання з питань пожежної безпеки та отримати відповідний допуск.

Для забезпечення пожежної безпеки трактори, самохідні машини та комбайни обладнуються іскрогасниками, вогнегасниками, лопатами та іншим необхідним обладнанням. Автомобілі для заправки пального оснащуються заземлюючими пристроями та вуглекислотними вогнегасниками [22, 56].

Для забезпечення пожежної безпеки на зерноскладах передбачені первинні засоби пожежогасіння. У таких приміщеннях заборонено користуватися відкритим вогнем. Щоб запобігти самозайманню зерна, постійно контролюється його температура, а для підтримки оптимального мікроклімату забезпечується безперебійна робота вентиляційних систем.

4.3 Гігієни праці при внесенні мінеральних добрив та пестицидів під сою

Працівники, які працюють з пестицидами та іншими хімікатами, повинні обов'язково пройти інструктаж і бути забезпечені засобами індивідуального захисту. Під час роботи категорично забороняється їсти, пити та курити. Для прийому їжі відведені спеціальні місця на безпечній відстані [59].

Усі, хто працює з пестицидами, зобов'язані щорічно проходити медичний огляд та інструктаж з безпеки. До цієї роботи не допускаються неповнолітні, вагітні жінки, жінки, що годують груддю, та особи з певними захворюваннями. Тривалість робочого дня залежить від токсичності пестицидів.

Щоб запобігти забрудненню продуктів харчування, води та інших речовин, пестициди зберігають окремо від добрив, кормів, насіння, засобів індивідуального захисту та продуктів харчування [59].

Згідно з вимогами безпеки, експлуатація посівних машин допускається лише за умови їх технічної справності та наявності захисних пристроїв, що запобігають травмуванню працівників.

Заправляти сівалку добривами та протруєним насінням потрібно обережно, використовуючи захисний одяг. При цьому важливо координувати дії з водієм автозаправника та перебувати на безпечній відстані від вивантажувального пристрою [56].

Для безпеки і збереження якості добрив та протруєного насіння, їх не можна залишати в сівалці після роботи. Залишки цих речовин необхідно передати або здати на зберігання відповідно до встановлених правил.

4.4 Безпека праці пов'язана з вирощуванням сої

Успішне вирощування сої передбачає комплекс агротехнічних заходів, таких як обробіток ґрунту та застосування пестицидів для боротьби з хворобами, бур'янами та шкідниками, що є невід'ємною частиною сучасного сільського господарства.

Для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, які працюють з пестицидами, необхідно дотримуватися певних правил. Крім використання засобів індивідуального захисту, важливим є також правильне харчування. Рекомендується вживати достатню кількість рідини, особливо перед початком роботи та під час обідньої перерви.

Працівники, які мають контакт з пестицидами, підлягають обов'язковим періодичним медичним оглядам щонайменше один раз на рік. Це необхідно для виявлення можливих захворювань, спричинених впливом шкідливих речовин, а також для оцінки загального стану здоров'я. Крім того, для зменшення ризику для здоров'я, таким працівникам встановлена скорочена тривалість робочого дня – 4-6 годин [56, 59].

До роботи з пестицидами не допускаються особи, які мають хронічні захворювання внутрішніх органів, нервової системи, а також захворювання шкіри, які можуть загостритися під впливом хімічних речовин. Особливо важливо відсутність захворювань органів дихання, печінки та нирок, оскільки ці органи найбільш вразливі до токсичної дії пестицидів. Крім того, протипоказанням є захворювання серцево-судинної системи, які можуть погіршитися під фізичним навантаженням [56].

До роботи з пестицидами допускаються лише особи, які досягли 18 років, пройшли спеціальне навчання з безпечних методів роботи з пестицидами, а також медичний огляд, який підтвердив відсутність протипоказань. Вагітні жінки та жінки, що годують груддю, до цієї роботи не допускаються [15, 19].

Протруювання насіння здійснюється в спеціально обладнаних,

герметичних приміщеннях, розташованих на відстані не менше 500 метрів від житлових будівель, тваринницьких ферм та джерел водопостачання. Приміщення обладнані загальнообмінною вентиляцією, місцевими витяжками, водонепроникною підлогою та дренажною системою. Кількість протруювача, що використовується, повинна строго дотримуватися інструкції виробника. Протруєне насіння зберігається в окремому приміщенні та транспортується в закритій тарі з маркуванням "Отрута" [15, 19].

Протруєне насіння зберігається в окремому, сухому, добре вентильованому приміщенні, недоступному для дітей та тварин. Тара з протруєним насінням має бути чітко маркована і зберігатися окремо від інших матеріалів.

Реалізація протруєного насіння іншим господарствам здійснюється за наявності відповідних документів, в яких зазначається назва культури, вид протруйника, кількість насіння та дата протруювання. Одержувач насіння повинен бути проінструктований щодо правил його зберігання та використання [15, 19].

4.5 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Мета захисту населення полягає у забезпеченні безпеки людей та їхнього життєзабезпечення в умовах зростаючих ризиків, пов'язаних з природними катаклізмами, техногенними аваріями та іншими надзвичайними ситуаціями. Це передбачає комплекс заходів, спрямованих на попередження, зменшення та ліквідацію наслідків таких подій.

Захист населення від надзвичайних ситуацій - це системна робота, спрямована на попередження небезпек, підготовку до можливих катастроф та швидке реагування на них. МНС координує зусилля різних служб, щоб забезпечити безпеку громадян [15].

Захист населення ґрунтується на таких принципах: пріоритет життя та

здоров'я людей, відкритість інформації, особиста відповідальність кожного, профілактика надзвичайних ситуацій, комплексне використання всіх наявних ресурсів та врахування місцевих особливостей [15, 26].

За результатами проведених перевірок, можна констатувати високий рівень дотримання вимог охорони праці та правил цивільного захисту на підприємстві ПОСП «*****». Виробничі приміщення обладнані відповідно до чинних нормативів, забезпечуючи безпечні умови праці. 100% працівників, які контактують з небезпечними речовинами, забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту. За останній рік не було зафіксовано жодного нещасного випадку на виробництві.

Розділ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Нераціональне використання земельних ресурсів в Україні є серйозною проблемою. Ми занадто інтенсивно використовуємо орні землі, що призводить до виснаження ґрунтів та погіршення екологічної ситуації. Для забезпечення сталого розвитку сільського господарства необхідно змінити підхід до землекористування та відновити баланс між ріллею, пасовищами та лісами [2].

Людська діяльність, зокрема обробка землі важкою технікою та забруднення, призводить до руйнування ґрунтів. Це, в свою чергу, посилює природні процеси ерозії, такі як вітрова та водна.

Ерозія, тобто руйнування ґрунту водою та вітром, є серйозною проблемою. Щоб її запобігти, потрібно впроваджувати спеціальні методи господарювання. Наприклад, правильно підбирати культури для вирощування на різних ділянках, створювати захисні лісосмуги та використовувати спеціальні прийоми обробки землі. Це допоможе зберегти ґрунт родючим та захищеним від руйнування [2, 13].

Надмірне використання мінеральних добрив та пестицидів в сільському господарстві призводить до серйозних екологічних проблем. Ці речовини здатні накопичуватися в ґрунті та воді, забруднюючи їх на довгі роки. Це негативно впливає на здоров'я людей, тварин і рослин.

В Шептицькому районі спостерігається погіршення стану земель через їх виснаження та деградацію. Це призводить до зменшення врожайності сільськогосподарських культур. Ситуація ускладнюється ще й тим, що родючі землі часто відводять під будівництво та інші промислові об'єкти. Окресливши проблему виснаження та деградації ґрунтів у Шептицькому районі,

пропонуємо розглянути наступні комплексні заходи для її вирішення:

1. Агротехнічні заходи:

а) безвідвальна обробка ґрунту: збереження рослинних залишків на поверхні поля захищає ґрунт від ерозії, зменшує випаровування вологи та покращує структуру ґрунту;

б) контурна обробка: Обробка ґрунту поперек схилу зменшує поверхневий стік води та запобігає розмиванню ґрунту;

в) смугове розміщення культур: Чергування смуг різних культур з різною висотою рослинності зменшує силу вітру та сприяє затриманню води;

г) сівозміни: Чергування різних культур у сівозміні дозволяє підтримувати оптимальний баланс органічної речовини в ґрунті та покращує його структуру;

д) залуження схилів: Залуження схилів багаторічними травами значно зменшує поверхневий стік води та силу вітру, що є основними факторами ерозії.

2. Організаційно-господарські заходи:

а) раціональне використання земель: правильне розподілення земельних ділянок під різні культури з урахуванням їх родючості та рельєфу;

б) створення захисних лісосмуг: лісосмуги перехоплюють дощові води, зменшують швидкість вітру та захищають поля від вивітрювання;

в) організація водоохоронних зон: створення буферних зон навколо водойм для запобігання забрудненню води;

г) обмеження будівництва на сільськогосподарських землях: захист родючих земель від забудови.

3. Меліоративні заходи:

а) регулювання водного режиму: проведення осушувальних або зрошувальних заходів залежно від потреб конкретних ділянок;

б) будівництво водозатримуючих споруд: створення невеликих дамб, каналів та інших споруд для затримання та акумулювання води.

4. Заходи з підвищення родючості ґрунтів:

а) внесення органічних добрив: використання гною, компосту, сидератів для збагачення ґрунту органічною речовиною;

б) вапнування кислих ґрунтів: покращення кислотно-лужної реакції ґрунту;

в) використання біологічних препаратів: застосування мікроорганізмів для покращення структури ґрунту та підвищення його родючості.

5. Науково-дослідні заходи:

а) моніторинг стану ґрунтів: регулярне проведення аналізів ґрунтів для оцінки їх родючості та виявлення проблемних зон;

б) розробка нових технологій: створення нових технологій обробки ґрунту, що дозволяють зберегти його родючість.

6. Екологічна освіта:

а) проведення інформаційно-просвітницької роботи: поширення знань про важливість збереження ґрунтів серед населення;

б) залучення громадськості до вирішення проблеми: організація громадських обговорень та волонтерських акцій.

Застосування комплексу заходів, що враховують особливості конкретних ділянок, дозволить не тільки зберегти, але й підвищити родючість ґрунтів Шептицького району, забезпечивши сталий розвиток сільського господарства та покращення екологічної ситуації в регіоні.

5.2 Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Вода є основою всього живого на планеті. Вона необхідна для функціонування екосистем, сільського господарства та промисловості. Хоча більша частина води на Землі міститься в океанах і є солоною, прісна вода, зосереджена переважно в льодовиках, є життєво важливою для людей. Однак, саме поверхневі води річок та озер є найдоступнішим і найчастіше використовуваним ресурсом [2].

Основним джерелом води для нас є річки. В Україні їхня загальна кількість перевищує 71 тисячу. Однак, незважаючи на велику кількість, більшість українських річок є короткими та невеликими за розміром. Саме вони становлять майже 95% від загальної кількості водотоків [13, 20].

Якість питної води залежить від того, звідки її беруть. Незалежно від того, чи це поверхневі, чи підземні води, вони завжди містять розчинені речовини. Ці речовини можуть бути як корисними для здоров'я (мінерали), так і шкідливими (забруднювачі). Тому так важливо контролювати якість питної води. Обидва джерела питної води – поверхневі та підземні – можуть містити різні шкідливі речовини, такі як метали чи бактерії. Тому важливо захищати водні ресурси від забруднення, щоб забезпечити якість питної води та зберегти достатню її кількість для всіх [12].

Захист водних ресурсів передбачає комплекс заходів, спрямованих на збереження чистоти як поверхневих вод (річок, озер), так і підземних. Оскільки поверхневі води більш доступні для забруднення через людську діяльність, то їх захист є більш очевидним. Однак, і підземні води, незважаючи на природний захист у вигляді ґрунтових шарів, потребують особливої уваги, особливо в місцях водозаборів. Забруднення підземних вод через свердловини має серйозні наслідки. Забруднені води можуть містити шкідливі речовини, які можуть потрапити в організм людини з питною водою та спричинити різноманітні захворювання. Крім того, забруднені підземні води можуть негативно впливати на екосистеми, знижуючи біорізноманіття та погіршуючи якість ґрунтів [28, 35].

Поверхневі води, такі як річки та озера, є основним джерелом питної води для багатьох людей. Тому їхній захист від забруднення є одним з найважливіших завдань. Існує три основні стратегії, які дозволяють забезпечити якість поверхневих вод. В першу чергу це профілактика. Вона включає заходи по запобіганню забрудненню. Слід повністю заборонити скидання будь-яких відходів, шкідливих речовин або неочищених стічних вод

у водойми з побутових, промислових та сільськогосподарських об'єктів. Оптимізація водокористування через впровадження сучасних технологій, які дозволяють зменшити споживання води та мінімізувати втрати під час її транспортування. Екологічне землеробство передбачає перехід сільського господарства на більш екологічні методи, які зменшують використання хімікатів та добрив, що забруднюють воду. Створення буферних зон навколо водойм також сприяє збереженню їх чистоти [13, 20].

ПОСП "*****" обладнало спеціальні сховища для зберігання хімікатів, проводить регулярний моніторинг якості води та ґрунту, а також навчає персонал правилам безпечної роботи з добривами та пестицидами.

Для збереження чистоти водних об'єктів, у водоохоронних зонах заборонено використання шкідливих хімікатів. У прибережних зонах річок та озер повністю виключено застосування будь-яких видів пестицидів та добрив. З метою захисту водних ресурсів підприємство впровадило комплекс заходів, що включають контроль за використанням хімікатів, раціональне водокористування та спеціальні агротехнічні прийоми.

5.3 Охорона атмосферного повітря

Оскільки повітря є життєво необхідним для всіх живих організмів, його якість ретельно охороняється законом. Для захисту здоров'я людей і довкілля підприємства зобов'язані дотримуватися жорстких норм щодо викидів шкідливих речовин в атмосферу. Відповідно до вимог природоохоронного законодавства, підприємства, які планують викидати забруднюючі речовини в атмосферу, зобов'язані отримати спеціальний дозвіл. Цей документ видається уповноваженим державним органом після ретельного розгляду заяви підприємства та підтверджує дотримання ним екологічних стандартів. Наявність дозволу є гарантією того, що підприємство здійснює свою діяльність з мінімальним впливом на довкілля [13, 20].

До основних видів забруднення повітря, спричинених сільським господарством, належать пестициди, що застосовуються для захисту рослин, а також викиди диму, пилу та неприємних запахів від тваринницьких ферм та обробки ґрунту.

Неправильне землекористування, зокрема, відсутність сівозмін, надмірний обробіток ґрунту та використання агресивних хімікатів, призводить до значного погіршення його структури і, як наслідок, до посилення вітрової ерозії, особливо в посушливих регіонах. Вітер легко піднімає дрібні частинки ґрунту, забруднюючи повітря і знижуючи родючість земель. Але існують ефективні методи боротьби з вітровою ерозією, такі як створення захисних смуг із багаторічних трав, використання мульчі, мінімальна обробка ґрунту та правильне планування сівозмін. Впровадження цих заходів дозволить не тільки зберегти ґрунти, але й покращити екологічний стан регіону. Підсумовуючи, можна сказати, що сільське господарство має як позитивний, так і негативний вплив на якість повітря. Для того, щоб максимізувати позитивні ефекти і мінімізувати негативні, необхідно розвивати стійкі та екологічно чисті методи ведення сільського господарства [13, 20].

5.4 Стан охорони та примноження флори і фауни

Стаття 40 Закону України "Про тваринний світ" дійсно накладає на всіх суб'єктів господарювання, включаючи сільськогосподарські підприємства, відповідальність за збереження тваринного світу. При освоєнні нових земель, меліорації та випасі худоби необхідно обов'язково враховувати потреби тваринного світу. Це означає, що потрібно створювати умови для їхнього життя та розмноження, а також захищати місця, де мешкають рідкісні види. Випалювати суху рослинність можна лише у виняткових випадках і за дозволом відповідних органів [13, 20].

Вирубання лісів справді має значний негативний вплив на тваринний

світ. Це один із найвагоміших факторів, що призводить до зменшення біорізноманіття на планеті. Використання хімікатів у сільському господарстві має суттєвий вплив на тваринний світ. Токсичні речовини можуть потрапляти в ґрунт, воду та повітря, отруюючи тварин, які споживають забруднену їжу або воду. Застосування біологічних методів захисту рослин є ефективним способом збільшення популяції корисних комах, птахів та звірів, зниження використання хімічних пестицидів та зменшення негативного антропогенного впливу на навколишнє середовище. Створення зелених насаджень – це один з найважливіших аспектів збереження довкілля та підвищення якості життя. Давайте детальніше розглянемо, чому це так важливо і які саме переваги несуть залуження та озеленення [13].

Усі суб'єкти господарювання, незалежно від форми власності, а також фізичні особи, повинні нести відповідальність за шкоду, завдану природі в результаті їхньої діяльності. Це є важливим механізмом для попередження правопорушень. Свідомість про можливі наслідки спонукає суб'єктів господарювання дотримуватися екологічних норм. Завдяки компенсації шкоди відновлюється пошкоджене довкілля і відшкодовуються витрати на ліквідацію наслідків. Кожен, хто завдає шкоди природі, повинен нести відповідальність за свої дії.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведено теоретичний аналіз та експериментальне дослідження з метою оптимізації системи удобрення сої сорту «*****» на дерново-карбонатному ґрунті в умовах ПОСП «*****». Отримані результати дозволяють стверджувати:

1. Збільшення норм мінеральних добрив під сою призвело до певного підвищення вмісту в ґрунті таких важливих елементів живлення, як азот, фосфор та калій, що є необхідними для росту і розвитку рослин. Дослідження показало, що застосування добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ позитивно вплинуло на вміст основних елементів живлення в ґрунті. Якщо до закладки досліджу вміст азоту, фосфору і калію становив 155, 26 і 210 мг/кг відповідно, то після внесення добрив ці показники зросли до 183, 49 і 228 мг/кг відповідно.

2. Мінеральне удобрення позитивно вплинуло на проходження фенологічних фаз розвитку рослин сої. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ призвело до збільшення тривалості вегетаційного періоду сої на 4 доби порівняно з контролем. Збільшення кількості азоту в добривах призводить до збільшення тривалості періоду від сходів до повної стиглості сої.

3. Внесення добрив в нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ позитивно вплинуло на схожість насіння та виживаність рослин сої. Так, польова схожість у варіанті з добривами була на 3,3% вищою, а виживаність рослин – на 3,2% вищою порівняно з контролем. Максимальна площа листкової поверхні сої (51,3 тис. $m^2/га$) була досягнута в період «бутонізація - цвітіння» при внесенні мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. У контрольному варіанті цей показник був нижчим і становив 44,5 тис. $m^2/га$.

4. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ забезпечило максимальне накопичення сухої речовини (2687 $г/м^2$) у рослинах сої у фазі ВВСН 71-79. У контрольному варіанті цей показник був нижчим у 2,6 раза і становив 1007 $г/м^2$.

5. Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ забезпечило найвищі показники продуктивності сої: кількість зерен у бобі становила 2,2 шт., кількість бобів на рослині – 15,4 шт., загальна кількість зерен з однієї рослини досягла 34 шт., маса 1000 зерен склала 203 г, а маса зерна з однієї рослини – 6,7 г., а також найвищу урожайність сої, яка склала 3,58 т/га, з приростом врожаю 1,6 т/га.

6. Мінеральні добрива у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$ забезпечили найкращий фракційний склад зерна сої: 21,7% зерен було більшим за 6,5 мм, 61,7% – розміром 5,5-6,5 мм та 16,6% – меншим за 5,5 мм, а також на вищевказаному варіанті одержано найвищий вміст сирого протеїну (1,53 т/га) та сирого жиру (0,61 т/га) у зерні сої.

7. Максимальний чистий прибуток 33462 грн./га, рівень рентабельності – 87,7%, окупність затрат на добрива – 2,66 грн. та коефіцієнт енергетичної ефективності 2,5 одержали за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{51}P_{76}K_{56}$. У контрольному варіанті ці показники були значно нижчими.

За вирощування сої на дерново-карбонатному ґрунті в умовах Малого Полісся після попередника пшениці озимої пропонуємо вносити фосфорні і калійні мінеральні добрива восени під зяблеву оранку в нормі $P_{76}K_{56}$ та азотні в нормі N_{51} весною в передпосівну культивуацію. За такої системи удобрення одержано найвищу урожайність 3,58 т/га середньораннього сорту «*****» із збором сирого протеїну 1,53 т/га. Завдяки такому удобренню поліпшуються агрохімічні властивості дерново-карбонатного ґрунту.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Адамець Ф.Ф. Агробіологічне обґрунтування технології вирощування і використання сої в кормовиробництві Криму. Автореф. дис. д. с.-г. н. Вінниця. 1995. 38 с.
2. Агроекологія : посібник / А. М. Фесенко, О.В. Солошенко, Н.Ю. Гаврилович, Л.С. Осипова, В.В. Безпалько, С.І. Кочетова; за ред. О.В. Солошенка, А.М. Фесенко. Харків. 2013. С. 416–417.
3. Агрохімічний аналіз / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін. ; за ред. М.М. Городнього. К. : Арістей, 2005. 291 с.
4. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / Є.М. Огурцов, В.Г. Міхеєв, Ю.В. Белінський, І.В. Клименко; за ред. М.А. Бобко. Х.: ХНАУ, Х.: Мачулін. 2016. 272 с.
5. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів : „Вільна Україна”, 1970. 255 с.
6. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і розміщення виробництва сої в Україні : монографія. К. ФОП Данилюк В.Г., 2008. 216 с.
7. Бабич А. О., Венедіктов О. М. Моделі технологій вирощування сої, її економічна ефективність та конкурентоспроможність. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 56. С. 22–29.
8. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К. : Аграрна наука, 2011. 548 с.
9. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К. : Урожай. 1993. 428 с.
10. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку. *Корми і кормовиробництво*. Київ. 2011. Вип. 69. С. 213-216.
11. Бахматр О., Чинчик О. Вплив системи удобрення та сособів сівби на урожайність насіння різних сортів сої на Поділлі. *Вісник Львівського національного аграрного університету: Агрономія*. 2008. №12(2) С. 30-33.

12. Білявський, Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології : підручник. К. : Либідь, 1993. 304 с.
13. Бойчук Ю. Д., Солошенко Е. М., Бугай О. В. Екологія і охорона навколишнього середовища: навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2002. 284 с.
14. Вишнякова М. Л. Соя – історія культури. *Агроном*. 2004. С. 82.
15. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т. О. Охорона праці в сільському господарстві: навч. підручник. К. : Центр навчальної літератури, 2018. 690 с.
16. Гнатенко О.Ф., Капшик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. Грунтознавство з основами геології : навч. посіб. К.: Оранта. 2005. 648 с.
17. Головатюк С. О., Ситар О. В. Продуктивність та якість насіння сої за різних умов азотного живлення. *Вісник аграрної науки*. 2008. С. 15-18.
18. Господаренко Г.М. Агрохімія: підручник. К. : ННЦ «ІАЕ», 2011. 400 с.
19. Грибан В. Г. Охорона праці. К. : Центр навч. літератури. 2017. 75 с.
20. Григоренко А., Григоренко Л. Охорона навколишнього природного середовища. К. : Центр навчальної літератури. 2015. 200 с.
21. Гряник Г. М. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. К. : Урожай, 1989. 208 с.
22. Гряник Г. М., Лехман С. Д., Бутко Д. А. Охорона праці. К. : Урожай, 1994. 272 с.
23. Іванюк С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. №21 (316). С. 50–54.
24. Дерев'янський В.О., Витриховський П.І. Удобрення та густина посіву польових культур. К. : Урожай, 1975. 248 с.
25. Дерев'янський В.О. Подільська технологія вирощування сої. Пропозиція. 2005. №4. С. 45-46.
26. Законодавство України про охорону праці: (у 4-х т.). Т.1. К., 1995. 558 с.

27. Заришняк А. С. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозмінах з різною ротацією за основними ґрунтово-кліматичними зонами України. Інститут ґрунтознавства. 2008. С. 46.
28. Злобін Ю. А. Основи екології. К. : Лібра, 1998. 248 с.
29. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник. Суми. Універ. кн. 2004. № 5. С. 68–74.
30. «*****» (Calgary) [сайт]. URL: <https://canadaargogroup.com.ua/product/трансгенний-сорт-сої-calgary-bt-висока-врожа/> (дата звернення 25.10.2024 р.).
31. Каленська С. Мінеральне живлення сої. *Насінництво*. 2009. С. 23-24.
32. Колісник С. І., Іванюк С. В., Петриченко Н. М. Вирощування сої на зерно. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 15–16.
33. Колісник С. І., Венедіктов О.М., Кобак С.Я., Опанасенко Г.В. Формування продуктивності сортів сої залежно від рівнів мінерального живлення в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. №77. С. 134-142.
34. Колісник С. І., Венедіктов О.М., Кобак С.Я. Шляхи оптимізації системи удобрення сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво. Міжвід. темат. наук. зб.* 2012. №74. С. 100-106.
35. Куценко О. М., Писаренко В. М. Агроєкологія: підручник. К. : Урожай, 1995. 256 с.
36. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*, 2013. № 11(104). С. 97–100.
37. Лісовал А. П. Методика агрохімічних досліджень. К. : 2001. 317 с.
38. Лихочвор В. В., Проць Р. Р., Мигаль І. Б. Соя. Львів : Українські технології, 2004. 54 с.
39. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів. 2008. 312 с.

40. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів. 2014. 1040 с.
41. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Соя. Л. : Діло. 2016. 400 с.
42. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Київ : Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
43. Лихочвор В. В. Соя виходить за межі Соевого поясу. *Пропозиція*. 2010. С. 58-59.
44. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М. 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.
45. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур. Підручник. 3-е видання, перероблене. Львів: Растр-7, 2021. 288 с.
46. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.
47. Мірненко В. Соя, яку знають усі і не знає ніхто. *Зерно*. 2015. № 3. С. 88–89.
48. Мельник А., Вовк В. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 58–60.
49. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2009. № 12 (1). С. 111–116.
50. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії : підручник. К. : Вища школа, 1994. 344 с.
51. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. Житомир. 2010. 155 с.
52. Нагорний В. І. Вплив способу обробітку ґрунту і систем удобрення на продуктивність сортів сої. *Агрономія і біологія*. Суми. 2011. С. 82.

53. Огурцов Є.М. Соя у східному Лісостепу України: монографія; за ред. М.А. Бобро. Х.: ХНАУ, 2008. 270 с.
54. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз; за ред. В. О. Єщенка. К. : ДІА, 2005. 237 с.
55. Панасюк Р., Лихочвор В. Урожайність сортів сої залежно від норми висіву, способу сівби та норми добрив. *Вісник ЛНАУ*. 2010. №14(1). С. 132–138.
56. Пістун І. П., Березовецький А. П., Березовецький С. А. Охорона праці в галузі сільського господарства (рослинництво) : навчальний посібник. Суми : ВТД „Університетська книга”, 2009. 368 с.
57. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. №3. С. 24–27.
58. Попов С.І. Вплив фонів живлення і норм висіву на врожайність сої. *Корми і кормовиробництво*. 2001. №47. С. 117-119.
59. Практикум з охорони праці / за ред. І.П. Пістуна. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.
60. Соя (*Glycine max (L.) Merr.*) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернищенко. Х. : 2016. 400 с.
61. Фадеев Л. В. Соя – культура XI века. Харків. 2016. С. 431.
62. Черенков А. В. Зернобобові культури : сучасні технології вирощування. Дніпро. 2017. С. 85.
63. Чуонг Еанг. Урожайність сої в залежності від площі живлення, добрив і регуляторів росту в Лісостепу України. Харків. 2001. С. 20.
64. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних і бактеріальних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. №4. 2014 р. С. 25–29.
65. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. Агрохімія : навч. посібник.. Рівне : НУВГП, 2012. 728 с.

66. Штадлер А., Кот Н. Соя – культура з перспективою. *Агроном*. 2014. № 4. С. 98–101.
67. Єремко Л. Технологія для сої. *The Ukrainian Farmer*. 2013. С. 58.
68. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2014. С. 15.
69. Barker D. W., Sawyer J. E. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy journal* ; Madison. 2005. Vol. 97, № 2. P. 615–619.
70. Buzzel R. I., Buttery B. R. Soybean harvest index in hill-plot. *Crop. Sci.*-1977. V.17. №6. P. 70–96.
71. Kristin Bilyeu, Milind B. Ratnaparkhe. *Genetics, Genomics and Breeding of Soybean*. CRC Press. 2017. С. 54.
72. Śliwa, J., Kania, J., Dacko, M., Zając, T. Rolniczo-ekonomiczne uwarunkowania uprawy soi w Polsce w aspekcie wszechstronności zastosowań i zrównoważonego rozwoju (Agricultural and economic conditions of soybean cultivation in Poland in the aspect of versatility of applications and sustainable development). *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, 3/2015, 71–82.
73. Zardalishvili O. Y., Rokva K. S. The influence of mineral fertilizers and molybdenum on soybean productivity. *Annals of Agrarian Science*. 2007. Vol. 5, № 1. P. 89–90.

ДОДАТКИ

Технологічна карта вирощування сої

(у розрахунку на 1 га при урожайності 2,4 т/га. Попередник– пшениця озима)

№ п/п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг фіз. одиниць	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Всього витрати на весь обсяг хроби, люд. год.	Витрати на 1 га			Терміни проведення робіт та агротехнічні вимоги до них
				Енерго-машина	Марка с.-г. машини			Пального, кг	Праці, люд.-год.	Насіння, добрив та інших матеріалів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Лущення стерні на глибину 6-8 см	га	2 га	Т-150	ЛДГ-15	30,1	0,49	9,4	4,7	-	після збору попередника
2	Навантаження мінеральних добрив	т	0,5	ЮМЗ	ПГ-0,3	10	0,35	0,18	0,6	-	-
3	Перевезення мінеральних добрив	тон/км	-	ГАЗ-53	-	-	-	-	-	-	-
4	Внесення мінеральних добрив	га	1	ЮМЗ	МВД-900	31,6	0,21	1,7	1,7	1275	-
5	Оранка на глибину 28 см	га	1	Т-150К	ПЛН-5-35	6,1	1,12	16,7	16,7	-	(середина жовтня)
6	Весняна культивування з боронуванням	га	1	Т-150К	2КПС-4 8БЗТС-1,0	52,0	0,14	10,0	10,0	-	настання фізичної стиглості ґрунту
7	Друга культивування	га	1	Т-150К	2КПС-4 8БЗТС-1,0	52,0	0,14	10,0	10,0	-	(через 14 днів після першої)
8	Передпосівний обробіток ґрунту	га	1	Т-150К	2КПС-4 8БЗТС-1,0	41,1	0,14	3,3	3,3	-	-
9	Обробка насіння бaktır. добривами	т	0,1	ПС-10	-	20	0,07	-	-	5	-
10	Сівба	га	1	МТЗ-80	СЗ-3,6	28,1	0,28	8,0	8,0	693	коли ґрунт прогріється на глибині 10 см до 10-12 °С

Продовження додатку А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		12
11	Коткування посіву	га	1	МТЗ-80	ЗККШ-6	71	0,07	1,8	1,8	-	-
12	Транспортування води та гербіцид	гон/км	-	Т-150К	МЖТ-10	-	-	-	-	-	-
13	Внесення гербіцидів	га	1	МТЗ-80	ОП-2000	42,2	0,14	12,0	12,0	510 408	1. до сходів культури 2. 1 фазі 2-3 справжніх листків культури
14	Пряме комбайнування	га	1	Case	-	11,2	0,63	8,5	-	-	фізіологічна стиглість насіння (вологість 14%)
15	Транспортування зерна на тік	гон/км	-	ГАЗ-53	-	-	-	-	8,5	-	
16	Очистка зерна	т	2,4	ОВП - 20	-	7	0,21	-	-	-	

Статистична обробка урожайності сої за 2024 рік

Таблиця Б.1 – Урожайність сої за 2024 рік, т/га

Варіант досліджу	Повторення				ΣV	– X
	I	I	I	IV		
Контроль – без добрив	1,75	1,91	2,03	2,21	7,90	1,98
P ₁₉ K ₁₄	2,88	3,04	3,17	3,39	12,48	3,12
N ₁₇ P ₃₈ K ₂₈	3,06	3,23	3,32	3,56	13,17	3,29
N ₃₄ P ₅₇ K ₄₂	3,13	3,42	3,54	3,75	13,84	3,46
N ₅₁ P ₇₆ K ₅₆	3,27	3,49	3,72	3,85	14,33	3,58

Таблиця Б.2 – Результати дисперсійного аналізу (метод рендомізованих повторень)

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	7,44	19			
Повторень	0,76	3			
Варіантів	6,66	4	1,66	1002,2	3,26
Залишок	0,02	12	0,0		

$S_x = 0,02$ т (помилка досліджу);

$S_d = 0,03$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,06$ т;

$HP_{05} = 2,04$ %.