

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівня вищої освіти – магістр

на тему: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування
сої в умовах Львівської області”

Виконав студент II курсу, групи Аг-61
спеціальності 201 «Агрономія»
Костів Роман Русланович

Керівник: Н.І. Вега

Рецензент: _____

Дубляни 2024

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

Рівень вищої освіти «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
Костіву Р.Р.

1. Тема роботи: „Удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої в умовах Львівської області”

Керівник кваліфікаційної роботи Вега Наталія Ігорівна,

кандидат сільськогосподарських наук, в. о. доцента

Затверджені наказом по університету “17” лютого 2023 р. № 30/к-с

2. Строк подання студентом дипломної роботи 01 грудня 2023 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

1. Літературні джерела

2. Сорт сої ***.

3. Варіанти досліду: контроль – без добрив; N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}; N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0};
N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}; N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}; N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}.

4. Ґрунт – чорнозем опідзолений

5. Природно-кліматична зона: Західний Лісостеп

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 (результати досліджень)

Розділ 4. Охорона навколишнього природного середовища

Розділ 5. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій

Висновки і пропозиції виробництву

Бібліографічний список

Додатки

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

1. Ілюстративні таблиці за результатами досліджень – 19 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 навколишнього природного середовища	Хірівський П.Р., зав. кафедри екології, доцент			
З охорони праці та захисту населення	Ковальчук Ю.О., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 06 вересня 2021 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1	Польові дослідження з питання удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої	09.2021 – 09.2023	
2	Написання розділу 1. Удосконалення системи мінерального удобрення сої (огляд літератури)	10.09.2020 – 20.11.2021	
3	Написання розділу 2. Умови та методика проведення досліджень	10.09.2021 – 09.10.2021	
4	Написання розділу 3. Особливості формування продуктивності сої залежно від системи удобрення	10.01.2023 – 20.09.2023	
5	Написання розділу 4. Охорона навколишнього природного середовища	20.04.2023 – 01.09.2023	
6	Написання розділу 5. Охорона праці та захист населення за надзвичайних ситуацій. Формування висновків та бібліографічного списку	01.09.2023 – 08.11.2023	

Студент

Р.Р. Костів

Керівник кваліфікаційної роботи

Н.І. Вега

УДК 631.81: 635.655

Удосконалення системи удобрення у технології вирощування сої в умовах Львівської області. Костів Р.Р. Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. Дубляни, Львівський НУП, 2024.

85 стор. текст. част, 19 табл., 11 рис., 82 джерела

Дослідження проводили впродовж 2022-2023 років з метою удосконалення системи удобрення (визначення оптимальної норми внесення нітроамофоски) сорту сої ***на чорноземі опідзоленому до рівня одержання стабільної врожайності та підвищення якості зерна у ***в умовах Львівської області.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку та формування продуктивності посіву сої *** і показників якості її зерна під впливом дії різної норми добрив у формі нітроамофоски.

Предмет дослідження – високоврожайний сорт сої ***, її урожайність та якість зерна залежно від норми внесення добрива та ґрунтово-кліматичних умов регіону досліджень.

Метою досліджень було удосконалити систему удобрення у технології вирощування сої до рівня одержання найвищої урожайності з високою економічною та енергетичною ефективністю.

Найвищу урожайність сої, у середньому за роки досліджень, одержано у варіанті досліду за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ – 3,59 т/га з приростом урожайності до контролю 1,69 ц/га, або 88,7 %.

За норми добрива $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ одержали найвищий збір сирого протеїну 1,37 т/га та сирого жиру 0,62 т/га.

Найвищий чистий прибуток 25210 грн./га, рівень рентабельності 88,0% і коефіцієнт енергетичної ефективності 2,4 одержали за внесення мінерального добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ (огляд літератури)	8
1.1. Біологічні особливості та вимоги до умов вирощування сої.....	8
1.2. Значення основних макроелементів в живленні сої.....	12
1.3. Вплив удобрення на продуктивність сої.....	18
Розділ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1. Опис умов проведення досліджень.....	23
2.2. Агрометеорологічні умови проведення досліджень.....	23
2.3. Опис ґрунту дослідної ділянки.....	26
2.4. Методика проведення досліджень.....	28
2.5. Агротехніка вирощування сої в досліді.....	29
Розділ 3. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ (результати досліджень)	32
3.1. Вплив рівня удобрення на агрохімічні показники чорнозему опідзоленого.....	32
3.2. Вплив удобрення на проходження фаз вегетації сої.....	34
3.3. Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від удобрення.....	36
3.4. Вплив удобрення на наростання площі листкової поверхні сої.....	38
3.5. Наростання вегетативної маси рослин залежно від рівня удобрення сої.....	39
3.6. Вплив азоту, фосфору і калію на структуру врожаю.....	41
3.7. Урожайність сої залежно від рівня удобрення.....	43
3.8. Вплив рівня удобрення на фракційний склад зерна сої.....	48
3.9. Якісні показники зерна сої залежно від удобрення.....	49
3.10. Економічна і енергетична ефективність внесення добрива за	

вирощування сої.....	53
Розділ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	57
4.1. Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів.....	57
4.2. Водні ресурси господарства, їх стан та охорона.....	59
4.3. Охорона атмосферного повітря.....	61
4.4. Стан охорони та примноження флори і фауни.....	62
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	64
5.1. Аналіз стану охорони праці в господарстві.....	64
5.2. Протипожежна безпека при виконуваній операції.....	65
5.3. Гігієна праці при внесенні мінеральних добрив та пестицидів під сою.....	67
5.4. Безпека праці пов'язана з вирощуванням сої.....	68
5.5. Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	69
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	71
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	73
ДОДАТКИ.....	80
Додаток А. Технологічна карта вирощування сої.....	81
Додаток Б. Статистична обробка урожайності сої за 2022 р.....	84
Додаток В. Статистична обробка урожайності сої за 2023 р.....	85

Вступ

Актуальність теми. Площі і валові збори сої в Україні щороку зростають. Так, якщо у 2010 році сою висівали на площі 0,6 млн га, то у 2022 році відповідно 1,5 млн га. У 2022 році Україна зібрала 3,7 млн т сої, що на 7% більше за врожай 2021 року.

Соя є однією з важливих зернобобових культур, яка має значний потенціал для виробництва в Україні. Вирощування сої є найрентабельнішим поміж зернобобових рослин і приносить високі прибутки виробникам.

Вивчення живлення рослин сої, зокрема азотом, є дуже актуальним завданням для підвищення врожайності та якості даної культури, але воно не є у повній мірі досліджено в умовах західного регіону України.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку та формування продуктивності посіву сої ***і показників якості її зерна під впливом дії різних норм добрив.

Предмет дослідження – високоврожайний сорт сої ЕС Ментор, її урожайність та якість зерна залежно від норми внесення добрив та ґрунтово-кліматичних умов регіону досліджень.

Метою досліджень було удосконалити систему удобрення у технології вирощування сої до рівня одержання найвищої урожайності з високою економічною та енергетичною ефективністю.

В програмі наших досліджень були наступні **завдання**: визначити вплив удобрення на агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого; дослідити вплив рівня удобрення на проходження вегетаційних фаз росту і розвитку рослин сої; виявити вплив рівня удобрення на польову схожість та виживаність рослин; дослідити вплив удобрення на динаміку вегетативної маси рослин сої та наростання площі листової поверхні; визначити вплив рівня удобрення на урожайність та показники структури врожаю сої; виявити

вплив удобрення на вміст і збір сирого протеїну та сирого жиру залежно від рівня удобрення; розрахувати показники енергетичної та економічної оцінки ефективності удобрення сої.

Методи дослідження: застосовували, як загально-наукові методи (діалектики, експерименту, аналізу і синтезу, метод гіпотез), так і спеціальні, серед яких: польовий, візуальний, вимірювальний та ваговий, кількісний, метод пробного снопа, лабораторний, розрахунково-порівняльний, математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що в умовах Західного Лісостепу України на чорноземі опідзоленому на підставі вивчення біологічних особливостей росту і розвитку рослин сої сорту ЕС Ментор, формування структури урожаю удосконалено в деякій мірі систему удобрення, яка сприяє підвищенню урожайності зерна сої і поліпшенню її якісних показників.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що в результаті проведених наукових досліджень удосконалено систему удобрення сої на чорноземі опідзоленому в західному регіоні України для підвищення врожайності до 3,5 т/га зерна високої якості при низькій собівартості та значному чистому прибутку і підвищеному коефіцієнту енергетичної ефективності.

Розділ 1

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ (огляд літератури)

1.1 Біологічні особливості та вимоги до умов вирощування сої

Зростання посівних площ і валових зборів сої в Україні є значущим і свідчить про зростаючий інтерес сільськогосподарських виробників до цієї культури. Розширення посівів сої в регіонах, де її раніше не вирощували, може бути пов'язане з декількома факторами: росте попит на продукцію сої як національному, так і на міжнародному ринку. Соя використовується в харчовій промисловості, виробництві кормів, біопаливах та інших галузях. За даними Держстату у 2023 році площі засіяні соєю у Львівській області становили 55 тис. га [8, 9, 64].

Серед важливих причини зростання посівних площ сої відзначають такі: цінність зерна за високого вмісту білка та жиру; високу цінність культури сої, як попередника, для високопродуктивних сівозмін; високорентабельна культура [4]

Соя відноситься до теплолюбних культур, і температурні умови мають важливе значення для її вирощування і врожайності. Насінини сої добре проростають при мінімальних температурах від 5 до 7°C. Проте для оптимального росту та формування високої врожайності рослини вимагають більш теплих температурних умов [47, 64].

Під час досягання, коли соя формує боби і зерно, оптимальна температура зазвичай становить 15-18°C, і вона може забезпечити кращий розвиток та найвищу врожайність. Вища температура сприяє активному росту та дозріванню бобів, що має велике значення для формування високоякісного зерна.

Інтенсивний розвиток кореневої системи та повільний розвиток вегетативної маси спостерігається після сходів. Соя найбільше потребує вологу у період цвітіння і формування бобів. За нестачі вологи відбувається опадання квіток, бутонів, плодів, що призводить до зменшення маси насіння і урожайності. Транспіраційний коефіцієнт у рослин сої порівняно високий і становить 520-560 [48].

Соя має особливості розвитку кореневої системи та вологопоглинання, які впливають на її ріст та урожайність. Інтенсивний розвиток кореневої системи спостерігається після сходів і є важливим фактором, який дозволяє рослині забезпечити себе вологою та поживними речовинами.

Найбільша потреба води у сої є тоді, коли вона цвіте та формує боби. У цей час активно відбувається запилення і запліднення квітів, і волога грає ключову роль у процесі формування зерна. Недостатність вологи може призвести до опадання квіток та бутонів, що може значно зменшити урожайність [48, 69, 71].

Транспіраційний коефіцієнт вказує на водозбереження рослиною води, і висока його величина у сої (520-560) свідчить про значну втрату води через транспірацію. Тому важливо забезпечити рослини достатньою кількістю вологи, особливо під час критичних фаз росту, щоб максимізувати урожайність [69, 71].

Сою вважають середньостійкою до посушливих умов культурою порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, такими як кукурудза або пшениця. Проте це не означає, що соя може рости без вологи. Поглинаючи 100-120% води відносно своєї маси під час проростання насіння, соя росте як при звичайному процесі у рослин. Проте після сходів і аж до цвітіння соя дійсно використовує менше води порівняно з іншими фазами росту. Це може бути корисно в умовах обмеженого забезпечення вологою [48, 69, 71].

Хоча соя є теплолюбною культурою, і її насіння проростають при мінімальних температурах 5-7°C, її сходи, на поверхні ґрунту здатні

витримувати температуру до -1°C . Оптимальна температура для росту сої під час цвітіння та формування бобів становить $22-25^{\circ}\text{C}$, що є дуже важливим для формування урожаю. За температур менше $12-14^{\circ}\text{C}$ досягання зерна може ускладнитися [48, 69, 71].

Накопичення активних температур (температурних сум) більше 15°C - 1800°C є важливим фактором для оптимального росту та розвитку рослин сої.

Під час формування зерна у сої сприятливою є середньодобова температура $18-24^{\circ}\text{C}$. У період цвітіння, формування бобів і зерна оптимальна температура – $22-24^{\circ}\text{C}$, а у період досягання – $20-22^{\circ}\text{C}$ [47, 64].

Середньодобова температура $18-24^{\circ}\text{C}$ грає важливу роль у формуванні врожаю та якості зерна сої. Вказані вами оптимальні температурні режими для різних фаз розвитку рослин сої є важливими для досягнення максимальних показників урожайності та якості продукції.

У період, коли відбувається цвітіння та формування бобів, зерна, високі температури, такі як $22-24^{\circ}\text{C}$ сприяють кращому проходженню процесів запилення та запліднення. У цей період рослини активно накопичують білок та жир в зерні, що впливає на якість та вміст корисних речовин у врожаї [47, 64].

Соя відноситься до рослин, чутливих до тривалості світлового дня. Це означає, що тривалість дня та ночі має велике значення для росту і розвитку сої, це рослина короткого світлового дня, чутлива до часу освітленості [48].

Вирощування сої у регіонах із коротшим світловим днем сприяє скороченню періоду вегетації, що може мати певний вплив на продуктивність рослин. Це особливо стосується регіонів із північним кліматом, де тривалість дня змінюється значно в залежності від сезону. У таких регіонах деякі сорти сої можуть мати проблеми з досягненням повноцінної фази розвитку перед початком холодної погоди.

Однак селекціонери продовжують працювати над створенням сортів сої, які були б більш адаптованими до регіонів із коротшим світловим днем. Вибір відповідних сортів, а також оптимізація агротехніки вирощування можуть допомогти знизити негативний вплив короткого світлового дня на урожайність сої в таких регіонах [47, 64].

Забур'яненість посівів може суттєво впливати на врожайність сої. Забур'яненість обмежує доступ сонячного світла до рослин, і це може призвести до зниження фотосинтезу та росту рослин. Зокрема, в перших тижнях росту сої, коли рослини формують свою базову масу, нестача світла може призвести до затримки росту та розвитку [48, 64].

Крім того, забур'яненість також може конкурувати зі соєю за воду та поживні речовини в ґрунті. Це може погіршити умови для росту сої та призвести до зменшення врожайності [47].

Чорноземи та темно-сірі ґрунти є одними з найбільш придатних для вирощування сої. Такий ґрунт має мати реакцію ґрунтового розчину рН 6,6-6,8 з високою гумусованістю [69, 71].

Густина посіву, тобто кількість рослин на площі, може суттєво впливати на урожайність та втрати зерна під час збирання врожаю. Вирощування сої з високою густиною посіву має декілька переваг: при високій густині посіву рослини тісно ростуть одна поруч з одною, що ускладнює втрати зерна під час збирання врожаю, оскільки зерно залишається на рослинах та знаходиться на більш високій висоті над ґрунтом; висока густина посіву може зменшити доступність простору для розвитку шкідників та бур'янів, оскільки рослини покривають одна одну і конкурують за доступ до світла, води та поживних речовин; Висока густина посіву може призвести до більшої урожайності, оскільки більше рослин може формувати боби та зерно на одній площі. Звісно, важливо дотримуватися рекомендацій з правильної густини посіву для конкретного сорту сої та конкретних умов вирощування [69].

Провідними науковцями-аграрниками доведено, що вирощування у Західному Лісостепі ультраскоростиглих і скоростиглих сортів сої є обґрунтованим в цьому регіоні завдяки сприятливим кліматичним умовам. Скоростиглі сорти теж дозрівають рано, але трохи повільніше, ніж ультра скоростиглі. В Західному Лісостепу, де, очевидно, є сприятливі умови, вирощування таких сортів може дати гарний врожай [6, 48].

Однак, важливо також враховувати інші фактори, такі як ґрунтові умови, вологість, захист від шкідників і хвороб, систему удобрень та інші фактори, щоб досягти максимальної урожайності та ефективності вирощування сої.

1.2 Значення основних макроелементів в живленні сої

Вивчення системи удобрення для сої є важливою науковою задачею через багато різних біологічних особливостей цієї культури. Для ефективного вирощування сої важливо враховувати всі ці аспекти та використовувати наукові дослідження для вдосконалення системи удобрення, щоб досягти найкращих результатів у вирощуванні цієї важливої культури.

Якщо говорити про наукові дослідження з удобрення сої в Україні, можна виділити кілька невирішених питань. Ці питання пов'язані з особливостями росту сої, зокрема, із змінами її потреб у живленні протягом різних фаз росту та з її здатністю до фіксації азоту з повітря за допомогою спеціальних бактерій-симбіонтів (бульбочкових бактерій).

Це означає, що є потреба у подальших дослідженнях для визначення оптимальних методів та моментів внесення різних видів добрив, які найбільше відповідають потребам сої на різних етапах її росту.

Щоб сформувати 1 тону зерна для рослин сої потрібно приблизно наступну кількість основних поживних елементів: 68–75 кг азоту, 13–15 кг фосфору, 18–20 кг калію [26, 49].

Дані про засвоєння поживних елементів рослинами сої на різних

стадіях вегетації важливі для вирощування цієї культури. Вони підкреслюють, що основна частина азоту, фосфору і калію засвоюється рослинами сої під час фаз цвітіння, формування бобів та наливання зерна. Це підтверджує важливість правильного удобрення на цих етапах для забезпечення високої урожайності [45, 64]

Дослідники обґрунтовують кілька варіантів відносно того, яким повинне бути підживлення сої азотом. Існують твердження, що соя може фіксувати азот з повітря завдяки співпраці з бульбочковими бактеріями. Це означає, що вона може забезпечити себе азотом, і надмірне азотне удобрення може бути зайвим і навіть шкідливим для рослин і довкілля [34, 37].

Існують різні підходи до азотного удобрення сої, і вони можуть варіювати в залежності від умов вирощування та мети. Деякі дослідники рекомендують застосовувати невеликі дози мінеральних добрив з азотом перед сівбою. Це може бути корисним у випадках, коли рослинам потрібно додатковий азот у початкових фазах росту і розвитку, коли процес фіксації азоту бульбочковими бактеріями ще не налагодився. Такий підхід може поліпшити ріст і розвиток рослин у початкових стадіях. В інших випадках, особливо на менш родючих ґрунтах або в умовах, коли бульбочкова симбіоза не працює на повну потужність, може бути доцільним вносити високі дози азотних добрив. Висока доза азоту може забезпечити рослини додатковими азотними ресурсами, які можуть бути особливо корисними, якщо азотне фіксування обмежене [34, 36, 37].

Агрохімічний аналіз ґрунту надає інформацію про вміст поживних елементів у ґрунті, таких як азот, фосфор, калій і мікроелементи. Ця інформація допомагає точно розрахувати, скільки добрив кожного виду потрібно додати для оптимального забезпечення рослин поживними речовинами. Попередники також грають важливу роль у вирощуванні сої, оскільки рослини можуть залишати залишки в ґрунті та впливати на його

якість. Деякі культури можуть забирати більше поживних речовин з ґрунту, і в цьому випадку додаткове удобрення може бути необхідним для вирішення цього дефіциту [1, 18, 77].

Рекомендація деяких дослідників застосовувати великі норми азотних добрив для вирощування сої, незалежно від її здатності засвоювати азот з повітря, і перевести удобрення на живлення азотом з мінеральних добрив, базується на специфічних вимогах цієї культури. Соя дійсно потребує більше поживних речовин у порівнянні з деякими іншими зерновими культурами для формування врожаю [4]. Основні аргументи, що підтримують цю рекомендацію, включають: різні фази росту і розвитку рослин сої вимагають різних кількостей поживних речовин, і важливо забезпечити рослини азотом, коли це найбільше потрібно; здатність сої фіксувати азот з повітря завжди може бути недостатньою для забезпечення її вимог до цього елемента, особливо на ґрунтах з обмеженим азотом; збереження сталої урожайності та підвищення якості зерна може бути досягнуто шляхом точного та збалансованого застосування мінеральних добрив; підвищення азотного живлення може позитивно позначитися на урожайності та якості сої [32, 38].

Численними спостереженнями за рослинами сої відмічено нерівномірну поглинаючу активність елементів живлення рослинами сої протягом різних фаз їх вегетації. Для досягнення оптимальних результатів вирощування сої важливо враховувати ці міжфазні періоди засвоєння поживних елементів і надавати рослинам необхідні ресурси на кожній стадії їхнього росту та розвитку [69, 71].

При визначенні стратегії удобрення важливо враховувати міжфазні періоди, коли рослини найбільш потребують певних поживних елементів. Низький рівень, що починається від сходів і до бутонізації. Цей період включає в себе ранні стадії росту сої, коли рослини формують свою кореневу систему та вегетативну масу. На цій стадії низький рівень засвоєння може вказувати на меншу потребу у поживних елементах, особливо азоту. Інтенсивний рівень від початку цвітіння та до формування бобів. Під час

цього періоду відбувається активне цвітіння та утворення бобів, що є критичними для урожайності. Інтенсивний рівень засвоєння поживних елементів, зокрема азоту, фосфору та калію, вказує на високу потребу рослин у цей період. Середній рівень стартує від наливання і до досягання зерна. Під час формування зерна рослини можуть потребувати помірну кількість поживних елементів. На цій стадії важливо забезпечити рослини необхідними ресурсами для закінчення процесу формування зерна [69, 74].

Для забезпечення високого рівня азоту для вирощування сої, рекомендується використовувати бактеріальні препарати, що містять азотфіксуючі бактерії. Насіння сої може бути оброблене цими препаратами бізпосередньо у день сівби. Азотфіксуючі бактерії потрапляють до кореневої системи рослини безпосередньо через кореневі волоски. Приблизно через 10-12 днів після сходів у місцях проникнення виникають кореневі бульбочки, після цього азотфіксуючі бактерії можуть фіксувати азот з повітря, що стає доступним для рослини [47, 64].

Кількість азоту, доступного рослині сої, має критичне значення у періоди, що відбуваються 3 тижні до цвітіння і 3 тижні після цвітіння. Дослідники підкреслюють, що недостатня кількість азоту під час цих критичних періодів може призвести до значного зменшення врожаю сої.

Науковці стверджують, що ефективна фіксація азоту бульбочковими бактеріями важлива для надання сої необхідного рівня азоту для її росту та розвитку. Фіксація азоту цими бактеріями допомагає рослинам сої забезпечувати себе азотом, зокрема під час цвітіння та формування бобів. Тому вирощувачі сої повинні забезпечити оптимальні умови для фіксації азоту бульбочковими бактеріями, щоб отримати високий врожай цієї культури [69, 71].

Дослідники виявили, що більшість потреб рослин сої у азоті (приблизно 55-65%) задовольняється завдяки азотфіксуючим бактеріям, які співпрацюють з кореневою системою сої та фіксують азот з повітря.

Однак, це не означає, що азотні добрива не потрібні взагалі. Вони все ще можуть бути корисними для забезпечення рослин сої додатковими поживними речовинами, особливо в періоди, коли азотфіксація бульбочковими бактеріями може бути недостатньою.

Дослідження А. Бабича показали, що високопродуктивні посіви сої, завдяки ефективній азотфіксації бульбочковими бактеріями, можуть фіксувати значні кількості азоту з атмосфери протягом вегетаційного періоду (до 180 кг/га азоту). Навіть при малій кількості води у ґрунті (до 100 кг/га) появляється можливість вирощувати сою в таких умовах, при відсутності або за мінімального використання міндобрив, що містять азот. Ця здатність до азотфіксації робить сою важливою культурою для збереження родючості ґрунту та зниження залежності від мінеральних добрив [6, 7].

У питанні підживлення сої міндобривами з вмістом азоту не існує однозначної думки серед науковців. Виділення правильного підходу до живлення сої азотом є складною задачею через складну природу азотного обміну у цій культурі та її здатність до азотфіксації завдяки бульбочковим бактеріям. Наукові дослідження можуть продовжувати сприяти розумінню цього питання та вдосконаленню методів удобрення сої для досягнення оптимальної врожайності та ефективного використання ресурсів. Важливо продовжувати наукові дослідження та співпрацювати з аграрними практиками для розробки рекомендацій щодо удобрення сої, які б враховували різні умови та регіональні особливості [47, 48]

Питання удобрення сої азотними добривами викликає дискусії серед вчених і агрономів. Деякі дослідники вважають, що удобрювати сою азотними добривами є неоправдано, оскільки вона здатна забезпечити себе азотом завдяки інокуляції бульбочковими бактеріями, які сприяють азотфіксації. В такому разі внесення мінеральних азотних добрив може навіть зменшити фіксацію біологічного азоту з повітря [47, 69].

Проте існують і відмінні думки і дослідження, які свідчать про те, що в певних умовах і за певних ґрунтово-кліматичних факторів, внесення

мінеральних азотних добрив може не покращити врожай сої, а навіть навпаки, знизити [47, 69].

Хоча азот може впливати на азотфіксацію бульбочковими бактеріями, деякі дослідження та рекомендації вказують на те, що додавання мінеральних добрив з азотом може покращити врожайність сої.

Фосфор відіграє критичну роль у формуванні генеративних органів та розвитку кореневої системи, що дозволяє рослинам отримувати необхідний азот і воду. Забезпечення високого рівня фосфору в початковому етапі росту сої сприяє формуванню корневих бульбочок, які є ключовими для азотфіксації та надходження азоту в рослини. Крім того, розвинена коренева система дозволяє рослинам краще використовувати вологу з нижніх шарів ґрунту, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження [69, 71].

Дефіцит фосфору може призвести до зменшення маси корневих бульбочок та сповільнення азотфіксації, що може суттєво вплинути на врожайність сої. Тому важливо забезпечити рослини необхідним рівнем фосфору в ґрунті, особливо на початкових стадіях росту, для забезпечення їхнього здорового та продуктивного розвитку.

Калій важливий для росту та розвитку сої, та його споживання рослинами змінює вміст білка та олії в зерні. Споживання калію зазвичай збільшує вміст білка в зерні сої та зменшує вміст олії. Рослини сої особливо потребують більше калію під час формування бобів і наливання зерна, коли активно накопичується білок. Додавання достатньої кількості калію у живлення рослин допомагає підвищити якість та вміст білка в зерні, що може бути важливим фактором для багатьох галузей обробки сої [69, 71].

Соя має тривалий життєвий цикл, який можна розділити на три основних періоди зі специфічними потребами у живленні.

Перший цикл, що відповідає 1-4 етапам органогенезу. В цей період важливо забезпечити рослини всіма необхідними поживними елементами для розвитку кореневої системи, корневих бульбочок і надземної маси рослин. Норми азоту в мінеральних добривах не повинні перевищувати 30 кг діючої

речовини на гектар. Крім того, рекомендується забезпечити рослини кальцієм, молібденом і фосфором. У цьому періоді рослини потребують близько 8-9% N, 7-8% P і 9-10% K.

Другий цикл, що відповідає 5-8 етапам росту і розвитку рослини. На цьому етапі рекомендується вносити мінеральні добрива з бором, азотом і калієм. У період "цвітіння-наливання зерна" сої рослини потребують близько 55-58% N, 57-63% P і 61-64% K.

Третій цикл, що відповідає 9-12 етапам росту і розвитку рослин. На цьому етапі потреби у поживних елементах, особливо фосфорі, сірці і магнії, найвищі. У період "наливання зерна – повна стиглість" сої рослини потребують близько 30-32% N, 30-32% P і 20-22% K [69, 73].

1.3 Вплив удобрення на продуктивність сої

Літературні джерела вказують на те, що для забезпечення оптимальних умов для росту та розвитку сої, що є однією з важливих зернобобових культур, ключовим фактором є належне живлення рослин. Це живлення перш за все залежить від доступності поживних речовин у ґрунті. Ефективне використання цих речовин є значним резервом для збільшення врожайності сої, разом з умовами вирощування та можливостями нових сортів. Фактична врожайність нових сортів сої знаходиться в межах 30-45% їх потенційно можливої врожайності.

Багато вчених підтверджують, що для забезпечення нормального зростання та розвитку рослин сої потрібні науково підтверджені дози мінеральних добрив. Соя досить вимоглива до умов живлення. Наприклад, для того щоб сформувати 1 тону зерна у рослин сої, потрібно від 85 до 95 кілограмів азоту, від 15 до 25 кілограмів фосфору, від 35 до 40 кілограмів калію, від 10 до 12 кілограмів магнію та від 20 до 22 кілограмів кальцію.

Лихочвор В.В. рекомендує додавати під час основної обробки ґрунту фосфор і калій у мінеральних добривах у кількості від 45 до 60 кілограмів на гектар [45].

Деякі вчені рекомендують додавати мінеральні добрива під сою у дозах $P_{35-45}K_{30-40}$. На ґрунтах з невисокою родючістю доцільним є застосування початкових доз азоту у розмірі N_{30} разом із $P_{40}K_{50}$ [23]. В Лівобережному Лісостепу рекомендують внесення фосфорних і калійних добрив у дозах $P_{55-60}K_{55-60}$ під основний обробіток ґрунту [58].

Рекомендується вносити мінеральні добрива на опідзолених чорноземах у дозах $N_{30-35}P_{50}K_{45-55}$, а на сірих лісових ґрунтах – $P_{65}K_{75} + N_{35}$. Для високоврожайних сортів корисним є додаткове підживлення азотними добривами у фазі бутонізації в дозі N_{40} [35].

Мельник А. та Вовк В. [53] досягли найвищу урожайність зерна у розмірі 3,12-2,71 тони на гектар за внесення добрив у нормі $N_{55}P_{55}K_{55}$.

Науковці у своїх дослідженнях [58] визначили, що перше підживлення сої рекомендується проводити на стадії росту і розвитку рослин, в період «бутонізації», використовуючи азотні і фосфорні добрива в дозі $N_{15}P_{12}$ кілограмів на гектар діючої речовини. Друге підживлення варто здійснювати на етапі «утворення бобів» за допомогою азотних, фосфорних та калійних добрив в дозі $N_{15}P_{15}K_{15}$ разом із сіркою та молібденом.

В умовах Північного Лісостепу було досягнуто найвищої врожайності сої сорту Єлена на рівні 2,82 тони на гектар. Це було досягнуто за умови внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$, додатково здійснювалося підживлення азотним добривом у дозі N_{30} [78].

У своїх дослідженнях Петриченко В.Ф. [62] отримав найвищий зріст приросту урожайності сої у розмірі 4,0–4,2 центнери на гектар при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{55}P_{65}K_{65}$. При використанні меншої дози добрив $N_{50}P_{70}K_{70}$ врожайність склала 3,7 тонни на гектар у сорту Золотиста та 4,1 тонни на гектар у сорту Омега Вінницька. Додаткове листове підживлення препаратом Плантафол (0,70 кг на гектар) у період вегетації «бутонізація-утворення бобів» призвело до збільшення врожаю на 0,20-0,22 тонни на гектар у сортів Золотиста та Омега Вінницька.

У Північній частині Лісостепу України найкращі показники врожайності у сортів сої були досягнуті при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$, що призвело до збільшення врожаю на 0,60–1,12 тонн на гектар порівняно з контрольними ділянками [33].

У Північному Лісостепу України найбільший врожай сої сорту Устя, в межах 1,91–2,09 тонн на гектар, було досягнуто за умов внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{90}K_{90}$ або $N_{50}P_{75}K_{75}$ разом з N_{20} у підживленні. Також використання вискоєфективного штаму бактерій при інокуляції насіння також сприяло досягненню цих високих показників врожайності [33].

В Північному Степу України був зафіксований найвищий врожай сої у розмірі 1,79–1,88 тонни на гектар за використання мінеральних добрив у дозі $N_{35}P_{35}K_{35}$ [42].

У Західному Лісостепу вчені отримали найвищий врожай у сорту сої Артеміда на рівні 3,19 тонни на гектар застосувавши широкорядний спосіб сівби та використовуючи мінеральні добрива в дозі $N_{35}P_{45}K_{45}$. При внесенні більшої кількості добрив $N_{45}P_{55}K_{55}$ врожайність сої становила 2,46–2,81 тонни на гектар [20].

У результаті своїх досліджень Островська Д. [81] отримала найвищий зріст урожайності на 12% порівняно з контрольним варіантом у сортів Агма та Прогрес. Цей приріст був досягнутий за умови внесення добрив у дозі $N_{50}P_{80}K_{150}$ та інокуляції насіння штамами бульбочкових бактерій

У Правобережному Лісостепу України дослідник А.Є. Стрихар отримав найвищу врожайність зерна сої сорту Київська 98 на рівні 3,24 тонни на гектар за умов внесення мінеральних добрив у передпосівну культивуацію у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ [70].

Фермери, які використовували мінеральні добрива у нормі $N_{40}P_{70}K_{70}$ за інокуляції ризоторфіном, досягли найкращих результатів у вирощуванні сої. Сорти Агат та Київська 27 продемонстрували найвищу урожайність зерна: 2,87 тонни на гектар у першого та 2,51 тонни на гектар у другого [67].

Наукове дослідження показало, що оптимальне удобрення сої нормами $N_{50}P_{50}K_{50}$ і $N_{60}P_{60}K_{60}$, спільно з інокуляцією бактеріями, сприяє найбільш ефективному засвоєнню азоту. Цей процес найбільш інтенсивний у період формування та наливання бобів [56].

В умовах Лісостепу України за удобрення мінеральними добривами в нормі $N_{50}P_{60}K_{60} + N_{30}$ одержали найвищу урожайність зерна 2,59-2,68 ц/га з приростом до контролю 0,69–0,89 ц/га [7].

Вчений Бабич А. на підставі проведених досліджень рекомендує внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту у такій нормі $N_{40}P_{60}K_{60}$ [51].

У своїх дослідженнях Попов С. І. встановив, що для зростання врожайності та покращення якості зерна доцільно використовувати мінеральні добрива під час основного обробітку ґрунту у діапазоні норм: азоту, фосфору і калію від 35 до 55 кг на 1 гектар [71].

За результатами досліджень науковців [80] встановлено, що підвищення норми азотних добрив з рівня N_{60} до N_{90} сприяє збільшенню урожайності сої.

Результати досліджень свідчать про взаємозв'язок між накопиченням поживних речовин у зерні сої: зі зростанням в зерні вмісту жиру спостерігається зниження вмісту білка. Також встановлено, що існує від'ємна кореляція між вмістом олії та використанням мінеральних добрив із вмістом азоту, але позитивна взаємозв'язок спостерігається при застосуванні мінеральних добрив із вмістом фосфору та калію [82].

В результаті удобрення у нормі $N_{90}P_{80}K_{80}$ вдалося отримати найвищий зріст урожайності сої на рівні 0,57 тонни на гектар, що становить 39,2% в порівнянні з контрольним варіантом без внесення добрив. Таке удобрення також привело до найбільшого зростання сирого протеїну на рівні 68,1% порівняно з контролем. При внесенні $N_{70}P_{80}K_{80}$ цей показник склав 62,8%, а найнижчий приріст вмісту сирого протеїну 47,9% спостерігався при застосуванні добрив у нормі $N_{50}P_{80}K_{80}$ [27].

У своїх дослідженнях Злобін Ю.А. визначив, що використання мінеральних добрив з фосфором і калієм сприяє зростанню виходу олії на 2,4–4,8% [30].

Внаслідок використання мінеральних добрив у таких нормах, як $N_{50}P_{50}$, було отримано найбільшу урожайність зерна у сортів Аркадія Одеська – 2,08 тонни на гектар і Альтаір – 2,21 тонни на гектар [7].

При використанні мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}$ спостерігається найвища активність утворення кореневих бульбочок у розмірі 46–54 штук на одну рослину. Цей процес інтенсивний у періоди росту та розвитку рослини, зокрема, у періодах «цвітіння» та «наливання бобів» [72].

Наукові дослідження підтверджують, що внесення мінеральних добрив, які містять азот, разом з фосфором і калієм, сприяє підвищенню вмісту протеїну в зерні [54].

Використання великих доз азотних добрив під сою може спричиняти збільшення росту рослин і схильність до захворювань. Тому, необхідно вносити мінеральні добрива з азотом, фосфором і калієм під час передпосівної обробки для забезпечення збалансованого живлення рослин та уникнення негативного впливу високих доз азоту на їхній розвиток [51].

Дослідження проведені Панасюк Р. впродовж 2017-2019 років на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського НАУ з вивчення впливу комплексного добрива Нітроамофоски на темно-сірому опідзоленому ґрунті показали, що найвищу урожайність 4,16 т/га одержано за внесення 4 ц/га нітроамофоски, а найнижчу 2,51 т/га на контролі (без добрив) [60].

Після аналізу досліджень з удобренням сої ми отримали рекомендації щодо використання добрив для цієї культури в різних зонах України. Для досягнення високих показників урожайності, економічної та енергетичної ефективності ми вирішили провести дослідження з визначення оптимального рівня мінерального удобрення на чорноземах опідзолених у Західному Лісостепу.

Розділ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Опис умов проведення досліджень

Основний напрямок діяльності *** вирощування сільськогосподарських культур: зернових, бобових, насінневих олійних культур. Як і всі підприємства холдингу, *** впроваджує інновації, оптимізує виробничі процеси й освоює нові технології вирощування сільськогосподарських культур. Підприємство розташовано у трьох областях: Львівській, Івано-Франківській та Тернопільській.

Загальний земельний банк під обробіток становить 39 970 га. *** має широкий парк транспорту і техніки, що налічує понад 465 одиниць. *** – підприємство, яке спеціалізується на вирощування зернових і технічних культур, зокрема сої.

2.2 Агрометеорологічні умови 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, 2.2 і рис. 2.1.

В таблиці 2.1 показано середньомісячну температуру повітря за даними Львівської метеостанції.

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

Рік	Місяць												Середньорічна
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
Середня багаторічна	-2,7	-2,1	1,8	8,5	13,9	16,7	18,4	17,8	13,2	8,2	2,6	-1,6	7,9
2022	-0,9	1,2	4,2	6,6	14,2	19,2	19,3	20,1	12,3	8,8	2,2	0,3	9,8
2023	1,9	0,2	4,7	7,5	13,9	17,1	19,8	21,2	14,2	9,3	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2022	1,8	3,3	2,4	-1,9	0,3	2,5	0,9	2,3	-0,9	0,6	-0,4	1,9	1,9
2023	4,6	2,3	2,9	-1	0	0,4	1,4	3,4	1	1,1	-	-	-

Як видно з даних таблиці 2.1 середня багаторічна температура повітря становила 7,9°C. В 2022 році середньорічна температура повітря (за даними Львівської метеостанції) становила 9,8°C, що на 1,9°C вище середньої багаторічної.

За вегетаційний період «травень – вересень» середня багаторічна температура повітря становила 16°C, у 2022 році за цей період вона була 17°C, а у 2023 році – 17,2°C, що на 1°C і 1,2°C вище середньої багаторічної.

В таблиці 2.2 показано розподіл атмосферних опадів по місяцях (за даними Львівської метеостанції).

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	44	45	52	90	88	96	77	67	52	49	47	747
2022	65	26	16	68	22	43	89	67	137	15	35	45	587
2023	50	63	67	61	28	107	121	58	74	42	-	-	-
Відхилення від середніх багаторічних													
2022	25	-18	-29	16	-68	-45	-7	-10	70	-37	-14	-2	-160
2023	10	19	22	9	-62	19	25	-19	7	-10	-	-	-

Середні багаторічні дані атмосферних опадів становили 747 мм. В 2022 році річна сума опадів становила 587 мм, що на 160,0 мм менше в порівнянні з середніми багаторічними. Впродовж періоду вегетації сої у 2023 році найбільше опадів випало за червень місяць 107 мм і липень – 121 мм. За вегетаційний період «травень – вересень» середня багаторічна сума опадів становила 83,6 мм, у 2022 році – 71,6 мм і у 2023 році – 77,6 мм.

Показники гідротермічних умов за роки проведення досліджень в деякій мірі відрізнялись від середніх багаторічних. Однак, погодні умови дозволили одержати досить високі урожаї сої.

2.3 Опис ґрунту дослідної ділянки

Дослідження проводили впродовж 2022 – 2023 років у *** Львівської області на чорноземі опідзоленому в зоні Лісостепу Західного.

Чорноземи опідзолені представляють собою ґрунти, які займають проміжне положення між темно-сірими опідзоленими ґрунтами і типовими чорноземами. У їхньому профілі можна спостерігати ознаки як чорноземів, так і опідзолених ґрунтів, включаючи переміщення колоїдів. Типова генетико-морфологічна будова профілю чорноземів опідзолених характеризується таким чином (рис. 2.1).

He 0-45 см	гумусовий слабоелювіований горизонт; темно-сірий, іноді білястий від присипки SiO _r до глибини 25 см орний, порохувато-грудкуватий, ущільнений, перехід поступовий
Hp1 46-80 см	перехідний гумусовий слабоілювіований горизонт; темно-сірий з буруватим відтінком, горіхувато-грудкуватий, ущільнений, слабкий наліт присипки SiO _r , зрідка трапляються ходи землерийок, перехід поступовий
Phi 81-120 см	перехідний слабогумусований та ілювіований горизонт; сіро-бурий, плямистий, горіхувато-призматичний, у місцях зламу грудок брудно-буре "лакування" колоїдами півтораоксидів, перехід помітний
Pk 121 см і глибше	ґрунтоутворююча порода; бруднуватопалевий або палевий лес чи лесовидний суглинок з добре помітними карбонатами у вигляді плісняви та прожилок

Рис. 2.1 – Профіль чорнозему опідзоленого

Присипка SiO₂ у горизонті He, деяке ущільнення в середній частині профілю та буре забарвлення – це ті морфологічні ознаки, за якими чорноземи опідзолені відрізняються від інших підтипів чорноземів [5, 16].

Чорноземи опідзолені характеризуються відносно добрими водно-фізичними властивостями. Так, у верхніх горизонтах щільність складення дорівнює 1,02-1,22 г/см³, а щільність твердої фази – 2,64-2,70 г/см³. У природному стані пористість загальна перебуває на рівні 54-61 %, а пористість аерації за найменшої вологоємкості – 23-38 %. Відносно висока у цих ґрунтах максимальна гігроскопічність (5,5-7,2 %) і вологість в'янення (7,1-11,3 %) та найменша вологоємкість (23,2-26,2 %) [5, 16].

Агрохімічні властивості ґрунтового покриву чорнозему опідзоленого характеризуються такими показниками: гумусно-елювіальний горизонт товщиною 0 – 35 см, вміст гумусу (за І.В. Тюрнім) в орному шарі середній 3,7%, що свідчить про значну природну родючість цих ґрунтів, реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної, рН сольової витяжки 6,6 вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) 153 мг, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) відповідно – 52 мг і 96 мг на 1 кг ґрунту.

Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого

Горизонт	Глибина, 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
He	0 – 45	3,7	6,6	2,39	24,7	153	52	96
Hpi	46 – 80	2,4	6,7	1,88	24,3	123	43	78
Phi	81 – 120	1,2	6,7	1,44	24,5	68	29	58
P(k)	>121	–	6,8	–	24,7	–	12	22

Узагальнено, ці властивості свідчать про значну природну родючість і сприятливі агрохімічні властивості для сільськогосподарських культур на досліджуваній території.

2.4 Методика проведення досліджень

Польові дослідження з питання удосконалення системи удобрення сої сорту *** проводили впродовж 2022–2023 років в умовах Львівської області на чорноземі опідзоленому.

В досліді висівали середньоранній сорт *** з нормою висіву 600 тис. нас./га. Технологія вирощування сої, крім поставлених на вивчення питань, була загальноприйнятою для Західного регіону України. Попередник – пшениця яра.

В схему досліду були включені наступні варіанти: 1) контроль – без добрив; 2) $N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}$ (2 ц/га); 3) $N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0}$ (2,5 ц/га); 4) $N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}$ (3 ц/га); 5) $N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}$ (3,5 ц/га); 6) $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ (4 ц/га).

В досліді було використано комплексне добриво Нітроамофоска із таким хімічним складом N – 9,0%, P_2O_5 – 18,0%, K_2O – 22,0%, CaO – 20%, S – 1,1% і мікроелементами – Na_2O – 0,5%, MgO – 0,5%, Zn – 97,8 мг/кг, Cu – 6,5 мг/кг, Mn – 310 мг/кг. Добриво вносили в передпосівну культивуацію.

Як протруйник від пліснявіння насіння, аскохітозу, фузаріозної кореневої гнилі, фузаріозу застосовували Февер 300 FS (0,2-0,4 л/т) разом з азотфіксуючим інокулянтом для сої *** (7 л/т) - *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5×10^9 КУО/мл.

За загальноприйнятими методиками у полі проводили спостереження за фенологічними процесами, вели обліки та проводили лабораторні дослідження.

Посівна площа окремої елементарної ділянки була 75 м^2 , а облікової 50 м^2 . Досліди закладали в чотирьохразовому повторенні.

Протягом часу, коли соя знаходилася в стадії вегетації, на полі проводилися дослідження, що супроводжувалися спостереженнями, збором даних та відбором зразків для аналізів [28].

Перед закладкою польових досліджень із дослідних ділянок на глибині орного шару 0–30 см відбирали ґрунтові зразки в яких визначали:

лужногідролізований азот за Корнфілдом; рухомі форми фосфору і калію – за методом Чирикова; вміст гумусу в ґрунті – за Тюріним; рН сольової витяжки – потенціометричним методом [3, 43].

Фенологічні спостереження за рослинами сої та густоту рослин проводили відповідно загальноприйнятих методик;

- площу листового апарату визначали за стандартною методикою;
- суху речовину визначали методом висушування;
- снопові зразки площею 1 м² відбирали та проводили аналіз структури врожаю із 25 рослин;
- облік урожаю проводили комбайном John Deere поділяючно з наступним очищенням та перерахунком урожайності на 14% вологість зерна;
- у відібраних зразках зерна проводили визначення вмісту «сирого» жиру шляхом екстрагування в апараті Сокслетта (за С.В. Рушковським ДСТУ 13496.15-97) та «сирого» протеїну – за кількістю загального азоту (за К'ельдалем ДСТУ 13496.4-93) [21, 25, 59].

За методикою О. К. Медведовського провели економічну та енергетичну оцінку ефективності застосування досліджуваних норм внесення добрив проводили [52].

З допомогою статистичної програми Statistika математичну обробку даних за результатами досліджень проводили дисперсійним та кореляційно-регресійним методами [59].

2.5 Агротехніка вирощування сої в досліді

Для отримання великого врожаю сої з високими показниками якості зерна важливо дотримуватись всіх вимог у технології вирощування.

На ділянці, де проводилося дослідження з вирощування сої, використовували всі можливі методи та прийоми сільськогосподарської техніки, рекомендовані для умов Західного Лісостепу.

Попередник – пшениця яра. Висівали середньоранній сорт *** вузькорядним способом з шириною міжрядь 15 см та висівною нормою 600 тис. нас./га.

Після попередньої обробки поля лушильниками, використовували культиватори з боронами, щоб утримати вологу в ґрунті навесні. Щоб позбутися бур'янів, провели передпосівну культивацію.

У 2022 році висівання сої відбулося 7 травня, а в 2023 році це сталося 6 травня. Температура ґрунту становила +12-14°C, а ширина міжрядь складала 15 см.

Після того, як насіння було висіяне, проводили коткування, щоб поліпшити проростання насіння та забезпечити більш однорідні польові посіви. Після того, як рослини виростили перші справжні листки, здійснювали боронування для подальшого розвитку сої.

До появи сходів проводили обприскування проти однорічних широколистих та злакових бур'янів гербіцидом Зенкор Ліквід (0,6 л/га). У фазу розвитку 1-4 трійчастий листок проти однорічних дводольних бур'янів проводили обприскування гербіцидом Галаксі Ультра РК (2 л/га) та проти однорічних та багаторічних злакових бур'янів – Ачіба (2 л/га).

В досліді було використано комплексне добриво Нітроамофоска із таким хімічним складом N – 9,0%, P₂O₅ – 18,0%, K₂O – 22,0%, CaO – 20%, S – 1,1% і мікроелементами – Na₂O – 0,5%, MgO – 0,5%, Zn – 97,8 мг/кг, Cu – 6,5 мг/кг, Mn – 310 мг/кг.

Як протруйник від пліснявіння насіння, аскохітозу, фузаріозної кореневої гнилі, фузаріозу застосовували Февер 300 FS (0,2-0,4 л/т) разом з азотфіксуючим інокулянтом для сої БіоМаг Соя (7 л/т) - *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5x10⁹ КУО/мл.

Від склеротиніоз, іржа, фомопсис, септоріоз, альтернаріоз, сіра гниль, церкоспороз фунгіцид Пропульс (0,8-1,0 л/га). Для захисту посівів від вогнівок, совок та попелиці застосовували інсектицид Ампліго (0,2-0,4 л/га), а від кліщів та трипсів Актеллік (1,2-2,0 л/га).

Для знищення однорічних злакових та дводольних бур'янів застосовували Примекстра TZ Голд (3,0-4,5 л/га) та однорічних і багаторічних злаковими бур'янів застосовували – Фюзілад форте (1,0-2,0 л/га).

Урожай збирали за вологості зерна 24 % комбайном John Deere.

***– сорт сої селекції Євраліс Семенс (Франція), інтенсивного типу, високоврожайний і середньорослий. Занесений до Державного реєстру рослин сортів України у 2013 році. Рекомендований до вирощування в зонах Лісостепу, Полісся і Степу. Добре пристосовується до ґрунтових і кліматичних умов. Середньоранній сорт з періодом вегетації 120-130 діб. Потенціал врожайності 5,0 т/га. Висота кріплення першого бобу – 12-16 см. Володіє хорошою пластичністю і стабільністю. Сорт посухостійкий, стійкий до осипання, вилягання та розтріскування бобів. Дає дружні сходи, показує інтенсивні темпи зростання. Має підвищену стійкість до ураження пероноспорозу, бактеріозу, фузаріозу. Висота рослин 85-90 см. Вага 1000 зерен – 170-190 гр. Зерно, велике з високими показниками якості. Вміст протеїну в зерні – 39-40% і олії – 19-20%. Призначений на продовольчі та кормові цілі [68].

Розділ 3

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

3.1 Вплив рівня удобрення на агрохімічні показники чорнозему опідзоленого

Підвищення родючості ґрунтів зазвичай досягається завдяки науково обґрунтованому комплексу сільськогосподарських заходів, зокрема систем удобрення агрокультур. Підвищуючи родючість ґрунтів, важливо використовувати такі методи їх окультурення, які повинні враховувати властивості ґрунтів та умови ґрунтоутворення. Однак одним із ключових факторів підвищення родючості ґрунту є регулювання механізму надходження поживних речовин у ґрунт завдяки мінеральним добривам [18].

Комплексні добрива мають перевагу в тому, що вони в одній гранулі містять два і більше елементів мінерального живлення, що забезпечує достатньо високу потенційну доступність рослинам. Вони мають високу якість грануляції, рівномірність внесення на ґрунт, містять водорозчинні легкодоступні елементи живлення, використовуються на всіх типах ґрунтів, забезпечують сталу урожайність і якість продукції [2, 77].

Однією з основних умов для досягнення найвищої продуктивності сої є достатнє забезпечення елементами живлення протягом періоду вегетації [34].

У сучасному сільському господарстві є можливим сьогодні здійснювати цілеспрямоване регулювання основних факторів і властивостей ґрунтів в різних економічних районах країни [16].

Закордонні дослідники вказують, що мінеральні добрива, багаті на фосфор, є ефективними, коли вміст фосфору в орному шарі ґрунту менше 40 кг/га, та калійні добрива ефективні, коли вміст калію в орному шарі ґрунту менше 80 кг/га калію [79].

В польових дослідженнях до закладки досліду та перед збиранням урожаю відбирали ґрунтові зразки для проведення агрохімічних аналізів. Результати аналізу чорнозему опідзоленого представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вплив удобрення на агрохімічні показники чорнозему опідзоленого (середнє за 2022-2023 рр.), мг/кг ґрунту

Варіант досліду	Лужногідролізований азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
	до закладки досліду		
	153	52	96
	перед збиранням урожаю		
Контроль – без добрив	149	48	92
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	153	53	93
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	156	54	94
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	158	56	95
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	161	58	98
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	164	60	101

За результати проведених агрохімічних аналізів чорнозему опідзоленого встановлено (табл. 3.1), що до закладання польового досліду, вміст лужногідролізованого азоту (за Корнфільдом), рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) відповідно становили 153, 52 і 96 мг на 1 кг ґрунту.

Аналіз одержаних даних (табл. 3.1) показує, що на контролі (без внесення добрив) перед збиранням урожаю сої були дещо нижчими вміст лужногідролізованого азоту – 149 мг, рухомого фосфору 48 мг і обмінного калію 92 мг/кг ґрунту. За внесення комплексного гранульованого

мінерального добрива в нормі $N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}$, вміст у ґрунті азоту становив 153 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору 53 мг/кг і обмінного калію 93 мг/кг ґрунту. Результатами агрохімічних аналізів ґрунту встановлено, що із збільшенням внесення норми мінерального добрива вміст азоту, фосфору і калію дещо збільшувався. За рівня вищевказаного добрива в нормі $N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0}$ у третьому варіанті дослідження вміст азоту, фосфору і калію становив 156, 54 і 94 мг на 1 кг ґрунту. За внесення добрив в нормі $N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}$ у четвертому варіанті вміст азоту, фосфору і калію становив 158, 56 і 95 мг/кг ґрунту. Найбільші показники вмісту азоту, фосфору і калію у нашому досліді становили за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ – 164 мг, фосфору – 60 мг і обмінного калію – 101 мг/кг ґрунту.

Отже, за даними аналізів встановлено, що за рівня мінерального удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ у шостому варіанті дослідження в деякій мірі за вирощування сої підвищило в чорноземі опідзоленому вміст рухомих форм азоту, фосфору і калію. Лужногідролізованого азоту на вищевказаному варіанті збільшилось на 11 мг, рухомого фосфору на 8 мг і обмінного калію на 5 мг на 1 кг ґрунту в порівнянні із показниками до закладки польового дослідження.

3.2 Вплив удобрення на проходження фаз вегетації сої

На сьогодні відомо, що одною з вимог до сортів сої, які відносять до перспективних, є оптимальний строк вегетаційного періоду, який може коливатися в залежності від умов вирощування від 100 і до 130 діб [69]. Наші дослідження фенології росту та розвитку сої вказують на те, що у Західному Лісостепу строк вегетаційного періоду середньораннього сорту ***залежить не лиш від гідротермічних умов вирощування, але також від агротехнічних прийомів вирощування, особливо від удобрення комплексним добривом Нітроамофоскою (4 ц/га).

У нашому досліді, де ми вивчали вплив різних норм добрива на проходження періодів вегетації сої, нами встановлено, що рівень удобрення дещо впливає на тривалість міжфазних періодів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вплив рівня удобрення на тривалість періодів вегетації сої, у середньому за 2022-2023 роки

Варіант досліджу	Тривалість міжфазних періодів, діб				
	сівба – сходи	сходи – бутоні- зація	бутоні- зація – цвітіння	цвітіння – повна стиглість	сходи – повна стиглість
Контроль – без добрив	8	38	25	51	114
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	8	39	26	52	118
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	8	39	27	52	119
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	8	39	28	52	120
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	8	39	29	52	121
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	8	40	29	53	122

Одержані дані однозначно показують, що тривалість міжфазного періоду сої «сівба – сходи» тривав 8 діб в усіх варіантах досліджу (табл. 3.2).

У контрольному варіанті міжфазні періоди „сівба – сходи”, „сходи – бутонізація” і „бутонізація – цвітіння” наступали за 8, 38 і 25 діб. На всіх подальших варіантах (з другого по шостий) тривалість міжфазних періодів дещо збільшувався, особливо від більших доз азоту N_{36,0}.

У четвертому, п'ятому і шостому варіантах тривалість міжфазного періоду «сходи – бутонізація» становила на 39-40 добу.

Міжфазний період „бутонізація – цвітіння” був довшим на 1 добу порівняно з контролем у третьому варіанті за внесення мінерального добрива в нормі N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0}, на 3 доби – за внесення добрива в нормі N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}, та на 4 доби – за внесення добрива в нормі N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}.

За внесення мінерального добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ одержали найдовший міжфазний період „цвітіння – повна стиглість” 53 доби. У варіанті досліду за внесення $N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}$ міжфазний період „цвітіння – повна стиглість” становив 52 доби.

Найкоротший міжфазний період „сходи – повна стиглість” спостерігали на контролі – 114 діб. Найдовший даний період 122 доби фенологічними спостереженнями встановлено за удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

Отже, як показали наші фенологічні спостереження між тривалістю періоду вегетації сої і удобренням азотними мінеральними добривами існує пряма залежність: чим норма добрива вища, тим довший її період вегетації. Однак, слід зауважити, що тривалість періоду вегетації сої сорту *** в деякій мірі залежить від гідротермічних умови вирощування.

3.3 Польова схожість та виживаність рослин сої залежно від удобрення

Дослідниками встановлено, що формування густоти стояння рослин є важливим чинником для оптимального використання фотосинтетично активного випромінювання і впливає на ріст та розвиток сої. З джерел наукової літератури загальновідомо, що для досягнення однорідної густоти сходів з однаковим за площею живленням рослин, це можливо лише за умови використання насіння різного розміру, такого як вирівняне, середнє та особливо крупне насіння, яке має високу схожість та енергію проростання [64, 69].

Вживаність рослин вказує на їхню здатність пережити та розвиватися в умовах неблагоприятного навколишнього середовища протягом вегетаційного періоду. Цей показник є важливим для оцінки стійкості

сільськогосподарських культур до стресових факторів, таких як посуха, низькі температури або шкідники, і може бути вирішальним для врожаю та успішного сільськогосподарського виробництва [46].

Дослідження показали, що підвищення норми комплексного добрива є ефективним агрозаходом підвищення польової схожості і виживаності рослин сої в умовах Західного Лісостепу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Польова схожість і виживаність сої залежно від рівня мінерального удобрення, у середньому за 2022-2023 роки

Варіант досліджу	Після сходів, тис./га	Польова схожість, %	Перед збиранням, тис./га	Виживаність, %
Контроль – без добрив	540	90,0	447	82,8
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	549	91,5	457	83,2
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	554	92,3	464	83,8
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	558	93,0	473	84,8
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	564	94,0	488	86,5
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	567	94,5	492	86,8
Середнє	555	92,6	470	84,7

Табличні дані показують, що у середньому за 2022-2023 роки за варіантами досліджу кількість рослин після сходів становила 555 тис./га, польова схожість – 92,6 %, кількість рослин перед збиранням – 470 тис./га та виживаність рослин – 84,7%.

На контролі (без застосування добрив) встановлено найнижчу польову схожість 90,0 % та виживаність рослин 82,8% (табл. 3.3). За внесення комплексного мінерального добрива в нормі N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0} польова схожість та виживаність становили 91,5 і 83,2 %. Найвища польова схожість 94,5 % і виживаність 86,8 % одержано у варіанті за норми N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}.

Отже, вищевказане дозволяє стверджувати, що підвищення норм добрив до $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ в деякій мірі впливає на збільшення польової схожості та збільшення виживаності рослин сої сорту ЕС Ментор.

3.4 Вплив удобрення на наростання площі листкової поверхні сої

Площа листя та фотосинтетична діяльність рослин, включаючи сою, є важливими показниками для вирощування сільськогосподарських культур. Листя рослин виконує функцію фотосинтезу, де сонячне світло перетворюється на енергію для росту та розвитку рослин та утворення продукції. Оптимальна площа листя та ефективна фотосинтетична діяльність дозволяють рослинам максимально використовувати доступне світло та вуглекислий газ для синтезу органічних речовин [46].

Результати наших проведених досліджень впливу рівня мінерального удобрення на динаміку формування площі листкової поверхні показали, що за усіма варіантами площа листкової поверхні була найнижчою у період „сходи – бутонізація” – на рівні 31,0-37,0 тис. $m^2/га$ (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Вплив застосування добрив на динаміку наростання площі листкової поверхні рослин сої (середнє за 2022-2023 рр.), тис. $m^2/га$

Варіант досліджу	Періоди росту й розвитку		
	сходи – бутонізація	бутонізація – цвітіння	цвітіння – наливання зерна
Контроль – без добрив	31,0	43,5	40,5
$N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}$	33,8	47,1	43,2
$N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0}$	35,3	48,7	43,6
$N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}$	35,8	49,4	44,6
$N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}$	36,5	50,3	46,1
$N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$	37,0	51,6	47,2
Середнє	34,9	48,4	44,2

Табличні дані показують, що у середньому за 2022-2023 роки за варіантами дослідів площа листкової поверхні рослин сої у періоди росту й розвитку „сходи – бутонізація” становила 34,9 тис. м²/га, „бутонізація – цвітіння” – 48,4 тис. м²/га і „цвітіння – наливання зерна” – 44,2 тис. м²/га.

За результатами досліджень встановлено, що найбільшу площу листкової поверхні рослин сої 37,0 тис. м²/га одержали у шостому варіанті за внесення мінерального добрива в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0} у вегетаційний період росту й розвитку сої „бутонізація – цвітіння”. У контрольному варіанті дослідів, площа листкової поверхні рослин у період вегетації „бутонізація – цвітіння” була нижчою і становила 43,5 тис. м²/га.

У фазі росту і розвитку „цвітіння – наливання зерна” за норми внесення N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0} площа листкової поверхні рослин була найвищою і становила 47,2 тис. м²/га (табл. 3.4).

Отже, із наведеного вище можна зробити висновок про те, що внесення мінерального добрива у шостому варіанті дослідів в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0} позитивно вплинуло на наростання площі листкової поверхні сої, що в кінцевому результаті відобразилось на урожайності і якості продукції.

3.5 Наростання вегетативної маси рослин залежно від рівня удобрення сої

Вегетативна маса рослин є важливим показником для продуктивності сої, оскільки вона впливає на фотосинтетичний потенціал посівів та можливість рослин використовувати сонячну енергію для формування врожаю. Оптимальна вегетативна маса допомагає рослинам максимально поглинати та використовувати сонячну енергію для фотосинтезу та накопичення більшої кількості поживних речовин, таких як білки та олії в зерні сої [69].

Дослідження динаміки накопичення вегетативної маси вирощених рослин сої допомагає встановити вплив агротехнічних заходів, кліматичних

умов та удобрень на її рост та розвиток. Це дозволяє оптимізувати технологію вирощування сої та максимізувати її продуктивність та якість.

Проведені нами дослідження динаміки накопичення вегетативної маси рослин сої показало, що наростання відбувається поступово, до наливання зерна, а за повної стиглості рослин знижується. Таку закономірність можна пояснити опаданням старих листків, яких у загальній біомасі становить біля 15%, та витратами на дихання (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Вплив удобрення на наростання сухої надземної маси рослин сої, у середньому за 2022-2023 роки, г/м²

Варіант досліджу	Фази вегетації				
	гілкування	цвітіння	формування бобів	наливання зерна	повна стиглість
Контроль – без добрив	136	743	1068	1505	907
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	217	830	1531	2245	1455
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	242	865	1626	2468	1759
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	251	891	1789	2534	1984
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	260	924	1874	2674	2122
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	268	954	1978	2714	2340
Середнє	229	868	1644	2357	1761

Наростання сухої надземної маси рослин сої у фазі вегетації „формування бобів”, у середньому за 2022-2023 роки, та варіантами досліджу становила 1644 г/м², „наливання зерна” – 2357 г/м² і „повна стиглість” – 1761 г/м² (табл. 3.5).

Найвищий вміст сухої речовини 268 г/м² нами одержано у фазі гілкування при внесенні мінеральних добрив в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}, а найнижчі показники на контрольному варіанті (без внесення добрив) – 136 г/м².

У варіанті досліду за внесення мінерального добрива в нормі $N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}$ вміст сухої речовини був невеликим і становив 217 г/м^2 з приростом до контролю – 81 г/м^2 . Внесення комплексного мінерального добрива, в передпосівну культивуацію, включаючи у весняне внесення азотних, в подальших варіантах досліду привело до збільшення наростання надземної маси рослин. Так, у четвертому варіанті досліду з внесенням повного мінерального добрива в нормі $N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0}$ наростання сухої надземної маси рослин збільшилось до 251 г/м^2 під час гілкування і до 2534 г/м^2 під час наливання зерна.

У п'ятому варіанті досліду за внесення мінерального добрива в нормі $N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}$ відмічено аналогічне зростання і воно було в нашому досліді дещо вищим. Якщо, під час гілкування наростання сухої надземної маси у п'ятому варіанті становило 260 г/м^2 , то під час наливання зерна у цьому варіанті воно вже становило 2674 г/м^2 .

У шостому варіанті досліду за внесення мінерального добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ відмічено аналогічне зростання і воно було в нашому досліді найвищим. Якщо, під час гілкування наростання сухої надземної маси у шостому варіанті становило 268 г/м^2 , то під час наливання зерна у цьому варіанті воно вже становило 2714 г/м^2 .

Виходячи із приведених експериментальних даних можна зробити висновок проте, що підвищені фони удобрення досить позитивно впливають на наростання сухої надземної маси рослин сої, що в кінцевому результаті і відображається на урожайності.

3.6 Вплив азоту, фосфору і калію на структуру врожаю

Врожайність сої визначається оптимальною взаємодією кількості бобів на кожній рослині, кількості зерен у кожному бобі, загальною кількістю зерен з однієї рослини, вагою 1000 зерен і вагою всього зерна, яке одержується з кожної рослини. Ці фактори впливають на врожайність і

продуктивність сої [69].

У роки проведення досліджень досліджено вплив нітроамофоски в різних нормах на показники структури урожайності (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вплив норм мінеральних добрив на показники структури врожайності сої (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіант досліджу	Кількість бобів на рослині, шт.	Кількість зерен у бобі, шт.	Кількість зерен з 1 рослини, шт.	Маса 1000 зерен, г	Маса зерна з 1 рослини, г
Контроль – без добрив	14,4	1,8	26	163	4,2
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	15,2	2,1	32	170	5,7
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	15,2	2,1	32	176	6,1
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	15,5	2,2	34	181	6,4
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	15,5	2,2	34	188	6,7
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	15,7	2,3	36	196	7,3
Середнє	15,3	2,1	32	179	6,1

Як видно з наведених даних (табл. 3.6), у середньому за 2022-2023 роки за варіантами досліджу, показники структури були наступними: кількість бобів на рослині – 15,3 шт., кількість зерен у бобі – 2,1 шт., кількість зерен з 1 рослини – 32 шт., маса 1000 зерен – 179 г, маса зерна з 1 рослини – 6,1 г.

Дослідженнями встановлено також, що підвищені норми удобрення позитивно впливало на показники структури врожаю. Так, із збільшенням норми удобрення, особливо азоту від 18 кг/га до 36 кг/га спостерігали збільшення кількості бобів на рослині від 14,4 шт. до 15,7 шт. на одній рослині.

За удобрення у нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0} нами одержано найбільшу кількість бобів 15,7 шт. на рослині. Менше бобів отримано за внесення добрив в нормі N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0} – 15,5 шт. У другому і третьому варіантах кількість бобів на рослині відповідно становила 15,2 і 15,2 шт. на одній рослині (табл. 3.6).

Підвищені норми внесення мінерального добрива дозволили збільшити кількість зерен у бобі. Так, якщо у контрольному варіанті кількість зерен в бобі становила 1,8 шт., то найбільшу кількість 2,3 зерен у бобі було отримано у шостому варіанті за внесення $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

Зі збільшенням норми добрив від $N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0}$ до $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ одержали збільшення кількості зерен з рослини від 32 до 36 шт.

Маса 1000 зерен завжди вважалась важливим показником в структурі врожаю сої. Як видно із результатів (табл. 3.6), маса 1000 зерен 196 г найвищою була у варіанті шостому. На інших варіантах маса 1000 зерен зменшувалась із зменшенням норми добрив, а на контролі цей показник становив 163 г.

Отже, досліджувані норми мінерального добрива має прямий вплив на формування елементів структури врожайності сої. Найвищі елементи структури врожайності сої сорту ***на чорноземі опідзоленому одержано за удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

3.7 Урожайність сої залежно від рівня удобрення

Головним показником, який дає змогу виявити кількісну дію факторів удобрення на рослини є врожайність.

Родючість ґрунту та його взаємодія з погодними умовами грають ключову роль у визначенні врожайності та якості зерна сої. Врахування біологічних особливостей сорту та оптимального співвідношення поживних речовин у системі удобрень є критичними аспектами для досягнення максимального потенціалу урожайності [69].

У таблиці 3.7 наведено результати вивчення впливу різних норм добрива на урожайність сої.

Таблиця 3.7 – Вплив рівня удобрення на урожайність сої (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність, т/га			Приріст урожайності	
	2022 р.	2023 р.	середнє	т/га	%
Контроль – без добрив	1,87	1,92	1,90	-	-
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	2,49	2,68	2,59	0,69	36,1
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	2,77	2,86	2,82	0,92	48,2
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	2,94	3,13	3,04	1,14	59,7
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	3,10	3,43	3,27	1,37	71,8
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	3,45	3,72	3,59	1,69	88,7
Середнє, ц/га	2,77	2,96	3,10		
НІР ₀₅ , т	0,14	0,12			

Як видно з даних поданої таблиці 3.7, урожайність у 2023 році була вищою в порівнянні з 2022 роком. Найнижчу урожайність сої 1,90 т/га, у середньому за роки досліджень, одержали у контрольному варіанті досліджу де добриво не вносили.

Приріст урожайності у другому варіанті досліджу за удобрення в нормі N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0} становив 2,59 т/га, або 36,1 %. В третьому варіантах досліджу прирости урожайності до контрольного варіанту відповідно становили 0,92 т/га, або 48,2%. У п'ятому варіанті досліджу, де вносили мінеральні добрива в нормі N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0} дало значний приріст урожайності 1,37 т/га, або 71,8%. Найбільший приріст урожайності зерна сої одержано в наших досліджах за внесення мінерального добрива в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}. Урожайність на вищезгаданому варіанті становила 3,59 т/га з приростом до контрольного варіанту 1,69 т/га, або 88,7 %.

Проведена нами статистична обробка урожайних даних дисперсійним методом підтверджує їх достовірність і подана в додатках Б і В.

На рис. 3.1, 3.2 і 3.3 наведені залежності урожайності від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію та результати їх кореляційно-регресійного аналізу.

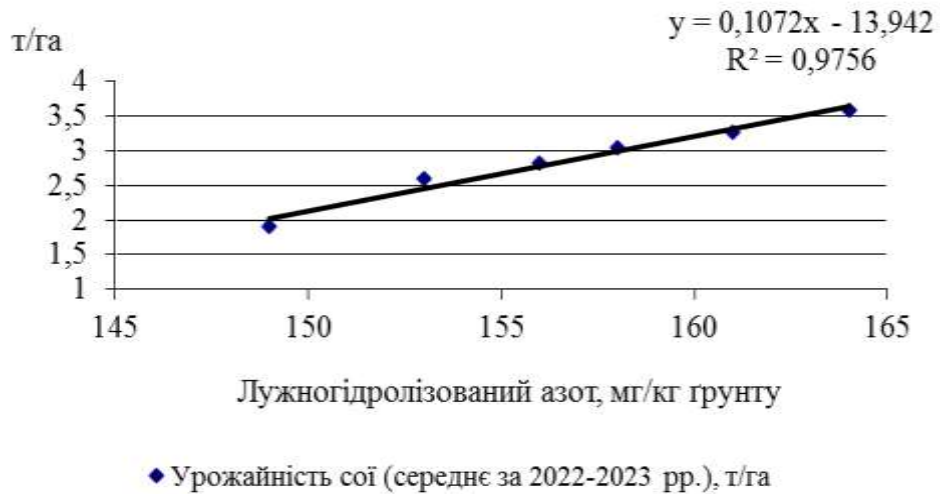


Рис. 3.1. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті лужногідролізованого азоту

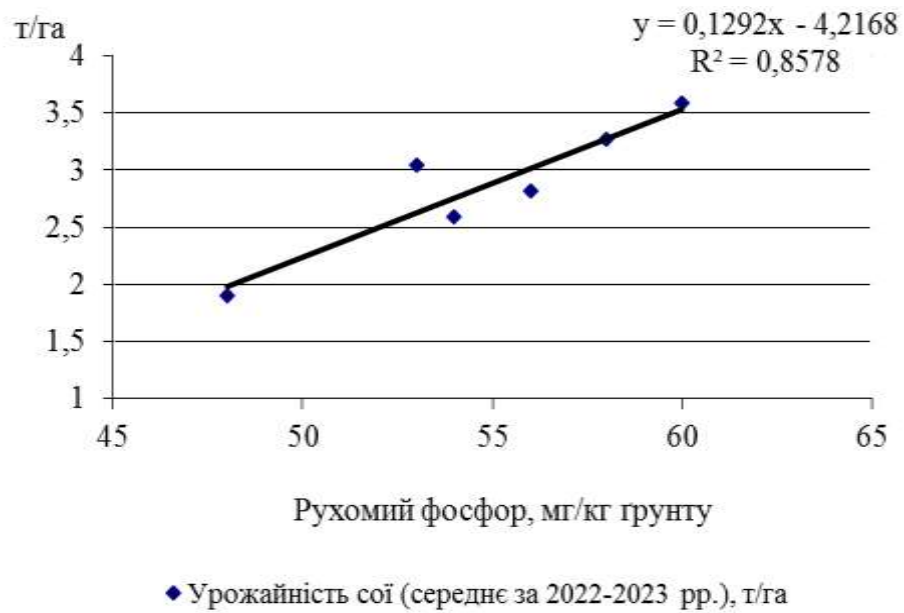


Рис. 3.2. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті рухомого фосфору

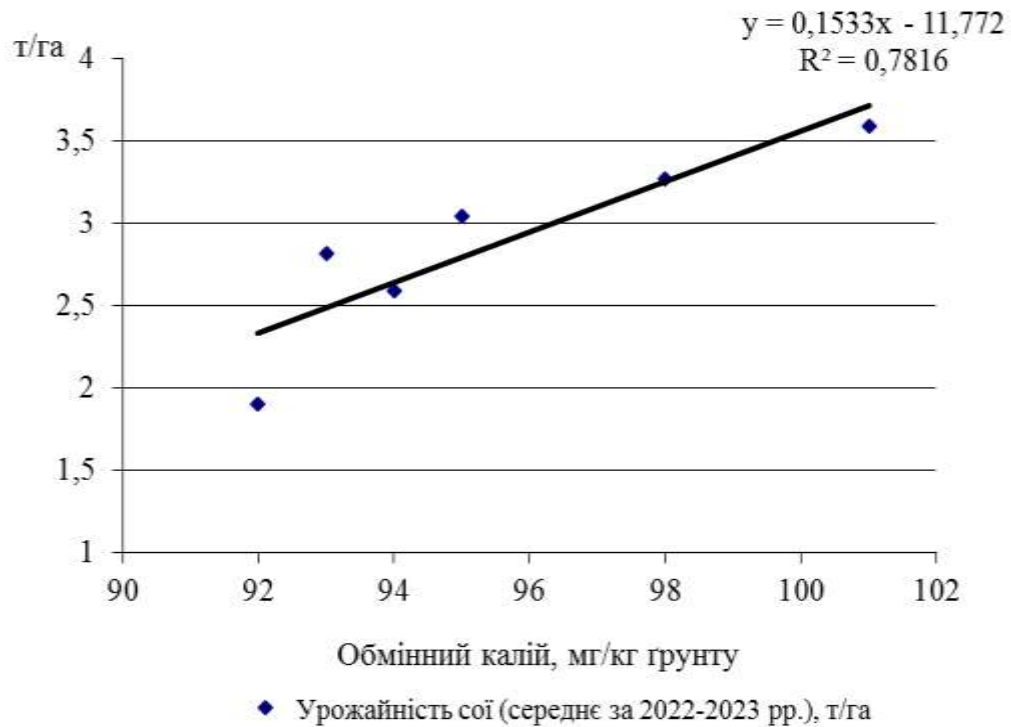


Рис. 3.3. Залежність урожайності сої від вмісту в ґрунті обмінного калію

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 ($R^2 = 0,78$) від обмінного калію.

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.

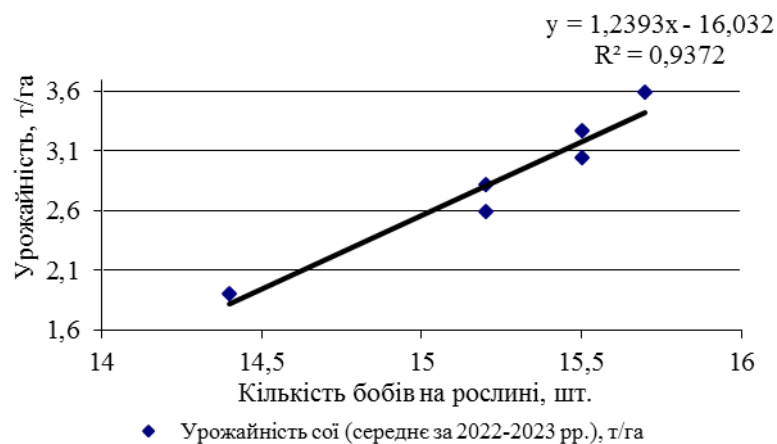


Рис. 3.4. Залежність урожайності сої від кількості бобів на рослині

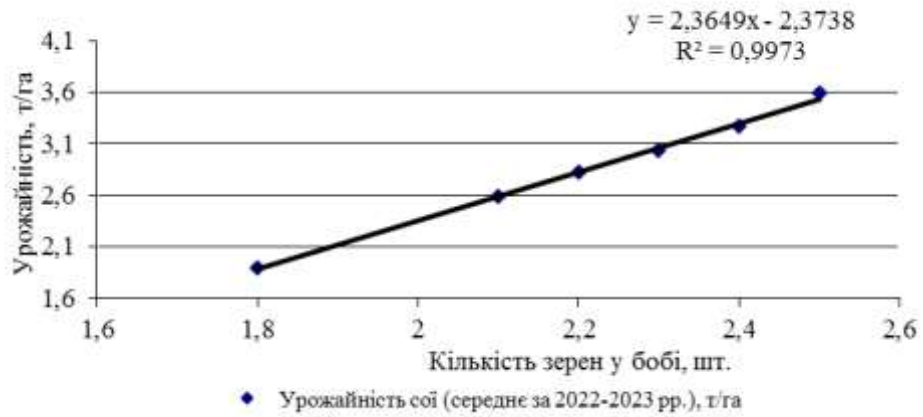


Рис. 3.5. Залежність урожайності сої від кількості зерен у бобі

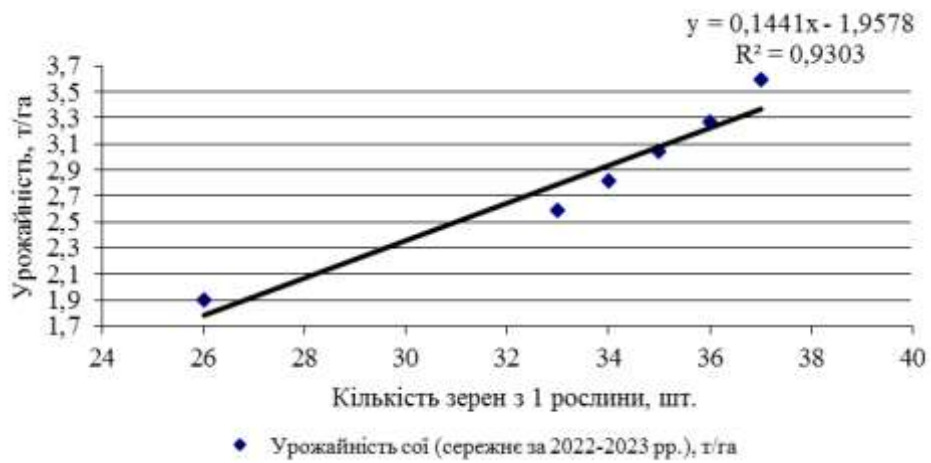


Рис. 3.6. Залежність урожайності сої від кількості зерен з 1 рослини

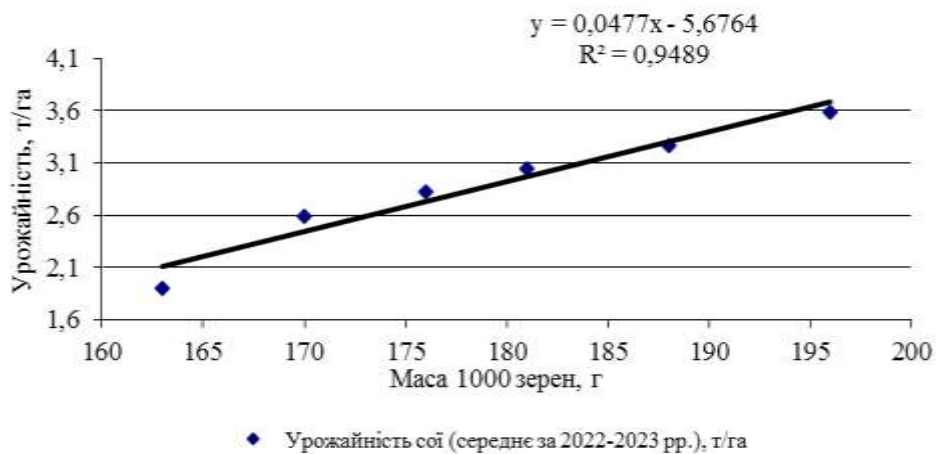


Рис. 3.7. Залежність урожайності сої від маси 1000 зерен

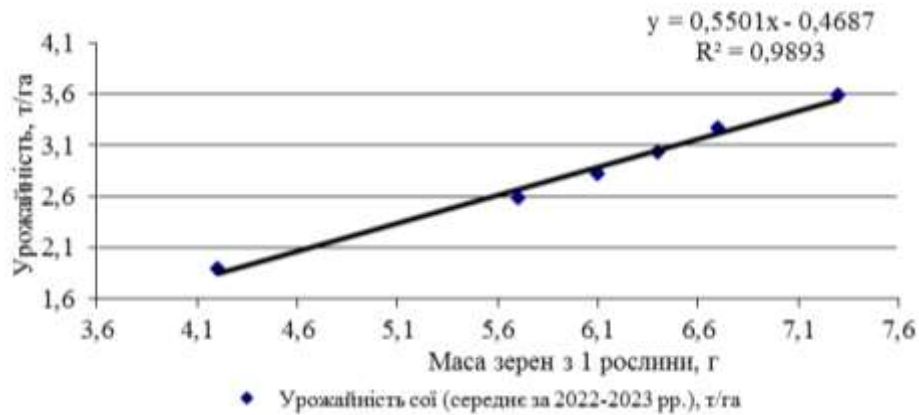


Рис. 3.8. Залежність урожайності сої від маси зерна з 1 рослини

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 ($R^2 = 0,93$) від кількості зерен з 1 рослини.

Отже, все вищесказане дозволяє стверджувати, що оптимальною нормою внесення комплексного добрива нітроамофоски в нашому досліді виявилась норма $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$, або 4 ц/га. За такого внесення комплексного добрива, у середньому за роки досліджень, можна одержали найвищу урожайність сої – 3,59 т/га.

3.8 Вплив рівня удобрення на фракційний склад зерна сої

Введення різних рівнів удобрень може значно впливати на ріст та розвиток сої. Це важливий аспект для визначення оптимальних норм та співвідношень азотних, фосфорних і калійних елементів для досягнення найвищої продуктивності.

Результати досліджень за визначенням фракційного складу зерна сої за крупністю показали (табл. 3.8), що у контрольному варіанті, у середньому за два роки досліджень, було найбільше дрібної фракції зерна (менше 5,5 мм) 21,4%, а також зерен середньої фракції 65,8 % розміром 5,5-6,5 мм.

Таблиця 3.8 – Вплив удобрення на фракційний склад зерна сої (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіант досліджу	Фракції зерна, %		
	менше 5,5 мм (дрібна)	5,5-6,5 мм (середня)	більше 6,5 мм (велика)
Контроль – без добрив	21,4	65,8	12,8
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	21,0	63,1	15,9
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	19,4	62,3	18,3
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	18,3	61,8	19,9
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	17,9	61,3	20,8
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	17,4	60,7	21,9
Середнє	19,2	62,5	18,3

Табличні дані показують, що великих зерен розміром більше 6,5 мм на контролі було всього 12,8%. За внесення підвищеної норми добрива кількість середніх і великих зерен збільшувалось. Найбільше 21,9% великих зерен одержали за внесення повного мінерального добрива в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}.

Внесення добрива в нормі N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0} дало такі показники: фракцію менше 5,5 мм – 17,9 %, 5,5-6,5 мм – 61,3 % і фракцію більше 6,5 мм 20,8 %. За внесення добрива в нормі N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0} на другому варіанті досліджу одержано такі результати: дрібних зерен 21,0 %, середніх 63,1 % і великих більше 6,5 мм – 15,9 %.

Вищенаведені дані свідчать проте, що внесення більших норм добрива дає кращий ефект в порівнянні із внесенням малих норм добрива. В сумі середніх і великих зерен 82,6 % було найбільше за внесення мінерального добрива в нормі N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}.

3.9 Якісні показники зерна сої залежно від удобрення

Під якістю врожаю сої треба розуміти насамперед хімічних склад різних частин рослин, тобто вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, а

також співвідношення, що є важливим при використанні їх на насіння, харчування людей, годівлю тварин. Харчова цінність урожаю сої визначається не лише вмістом білка, але і його якістю, яка залежить від амінокислотного складу білка та його засвоюваності [47].

Оптимальне регулювання умов живлення рослин сої відіграє ключову роль у досягненні не лише високих урожаїв, але й покращенні якісних характеристик продукції. Це може включати в себе оптимізацію добрив, поливу та інших факторів, що впливають на розвиток рослин.

Соя дійсно вирізняється своїм багатим хімічним складом, особливо вмістом білка і жиру. Це робить її цінним сировинним продуктом, особливо в харчовій промисловості. Білок і жир, які містяться в сої, стали ключовими компонентами у світовому ринку, особливо через зростання населення та збільшення попиту на продукти харчування. Якість білка та співвідношення між білком і жиром роблять сою значущою культурою в світі сільськогосподарського виробництва [69].

Гідротермічні умови грають важливу роль у формуванні вмісту білка та жиру в сої. Недостатня кількість опадів та підвищена температура повітря можуть сприяти збільшенню вмісту білка. З іншого боку, велика кількість опадів та висока температура можуть підвищити вміст жиру. Такі умови впливають на фізіологічні процеси у рослинах та можуть визначити, яким чином вони накопичують та розподіляють поживні речовини [70].

Абсолютний вихід сирого жиру і протеїну з гектара є більш визначальними показниками ефективності технології вирощування сої. Вони вказують на кількість сирового матеріалу, який може бути отриманий з певної площі, і є важливими з точки зору оцінки ефективності виробництва та прибутковості. Урахування цих параметрів дозволяє здійснити більш

точну оцінку якості та витрат вирощування сої [76].

В таблиці 3.9 наведені результати з вивчення впливу удобрення на вміст сирого протеїну та сирого жиру.

Таблиця 3.9 – Показники якості зерна сої залежно від рівня удобрення, у середньому за 2022 – 2023 роки

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	36,7	0,70	–	20,1	0,38	–
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	38,9	1,01	0,31	18,5	0,48	0,10
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	39,4	1,11	0,41	18,2	0,51	0,13
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	39,7	1,20	0,50	17,8	0,54	0,16
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	40,1	1,31	0,61	17,4	0,57	0,19
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	40,4	1,37	0,75	17,2	0,62	0,24

Найвищий вміст сирого протеїну 40,4 % і його вихід 1,37 т/га одержали за внесення норми добрива N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0} (табл. 3.9). У четвертому і п'ятому варіанті вміст сирого протеїну відповідно становив 39,7 і 40,1%, при зборі сирого протеїну 1,20 і 1,31 т/га. Найнижчий вміст сирого протеїну 36,7 % і його збір 0,70 т/га одержали на контролі.

Найвищий вміст сирого жиру 20,1 % одержали на контролі (без добрив), а найнижчий вміст сирого жиру 17,2 % було у шостому варіанті за норми добрива N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}.

Найвищий збір сирого жиру 0,62 т/га одержали у шостому варіанті досліджу з внесенням добрива N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}, а найнижчий збір сирого жиру 0,38 т/га був на контрольному варіанті досліджу.

Щодо приростів збору сирого протеїну і сирого жиру, то найбільші прирости були у шостому варіанті досліджу – 0,75 т/га і 0,24 т/га.

Залежності сирого протеїну і сирого жиру від урожайності сої наведені на рис. 3.9 і 3.10.

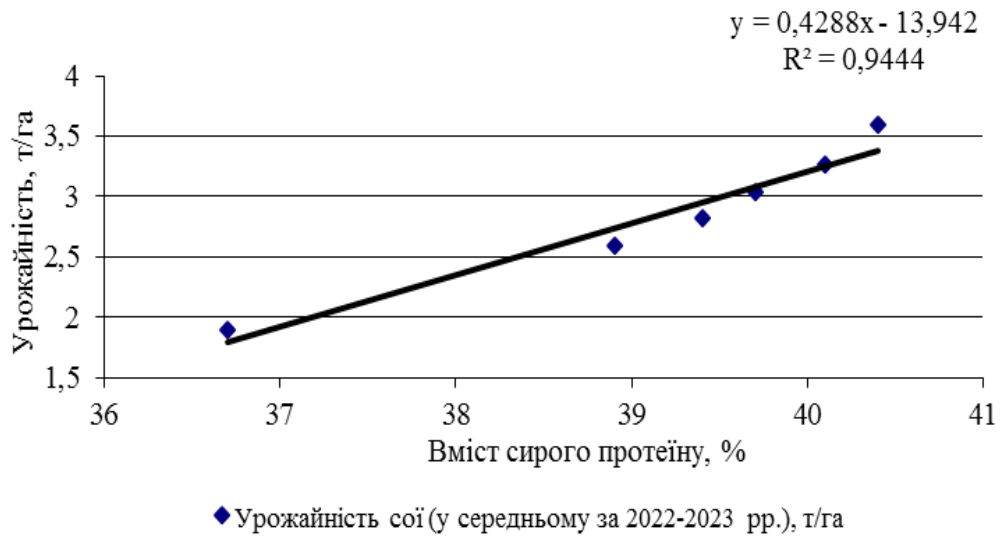


Рис. 3.9. Залежність урожайності від вмісту сирого протеїну в зерні сої

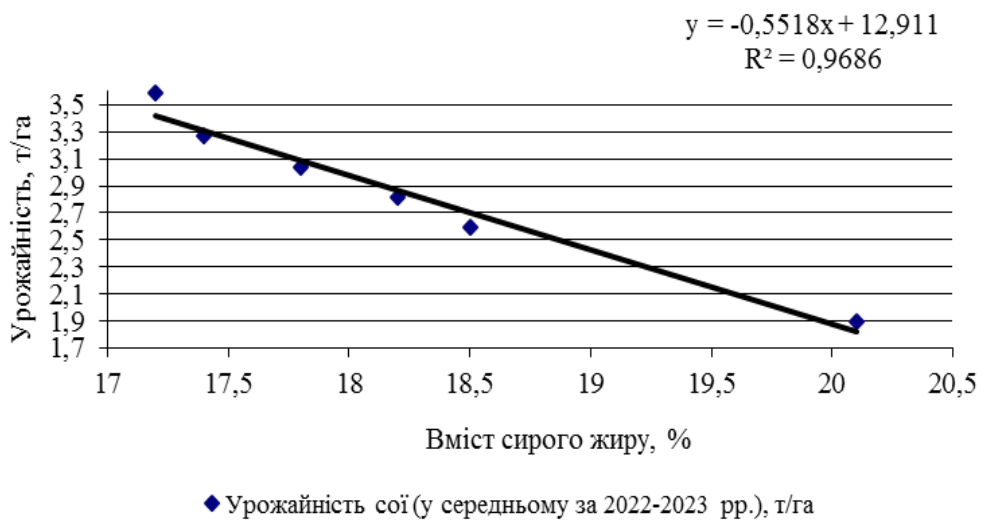


Рис. 3.10. Залежність урожайності від вмісту сирого жиру в зерні сої

З рисунків 3.9 і 3.10 видно, що множинний коефіцієнт детермінації відображає тісну залежність урожайності від показників якості зерна сої.

Отже, застосування добрива за вирощування сої сорту *** на чорноземах опідзолених підвищило якісні показники зерна. Найвищі показники якості зерна одержали у шостому варіанті за удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

3.10 Економічна і енергетична ефективність внесення добрив за вирощування сої

Економічна ефективність вирощування сої визначається через вартісне співвідношення між приростом вирощеної продукції та витратами на її виробництво. При цьому розглядаються всі затрати, пов'язані з вирощуванням сої на один гектар, зокрема враховують рівень внесених добрив.

Показники оцінки ефективності включають такі важливі аспекти, як прибуток та рентабельність. Прибуток вказує на фінансовий результат вирощування сої, а рентабельність визначає, наскільки вигідно витратити кошти на виробництво даної культури. Ці показники допомагають здійснити комплексну оцінку економічної ефективності вирощування сої та визначити його прибутковість.

Прибуток визначається як частина вартості виробленої продукції, яка залишається після відрахування всіх витрат, пов'язаних з виробництвом. Це позитивний ефект, отриманий на одиницю площі (1 гектар в даному випадку). Враховуючи прибуток, можна оцінити ефективність господарювання та рентабельність вирощування сої [18].

Рівень рентабельності відображає ефективність агрозаходу та визначається, як відношення прибутку до витрат. Він виражається у відсотках і надає кількісну характеристику того, наскільки вигідно було витратити кошти на вирощування сої. Високий рівень рентабельності свідчить про ефективне використання ресурсів та прибутковість господарювання вирощування цієї культури.

Розрахунок економічної ефективності вирощування сої включав в себе оцінку вартості продукції, розрахунок виробничих витрат, визначення

собівартості 1 ц насіння сої, обчислення прибутку та рівня рентабельності, а також окупність 1 грн затрат на добрива та їх внесення. Вартість продукції визначалася за сучасними державними закупівельними цінами. Такий підхід дозволяє оцінити ефективність вирощування сої в залежності від рівня мінерального удобрення [18].

Розрахунок економічної ефективності застосування добрив під сою включав аналіз річних звітів господарства, використання типових технологічних карт та нормативних затрат.

Виявилося, що окупність 1 грн затрат на внесення добрив певною мірою зростає при збільшенні норми мінерального добрива.

В таблиці 3.10 наведена оцінка економічної ефективності рівня мінерального удобрення сої.

Таблиця 3.10 – Економічна ефективність застосування добрива під сою (середнє за 2022-2023 рр.)

Варіант досліджу	Урожайність, т/га	Вартість валової продукції, грн./га	Вартість приросту урожайності, грн./га	Всього затрат, грн./га	Затрати на добриво та їх внесення, грн./га	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %	Окупність 1 грн. затрат на добриво та їх внесення
Контроль – без добрив	1,90	28500	–	17840	–	10660	59,8	–
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	2,59	38850	10350	23240	5400	15610	67,2	1,9
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	2,82	42300	13800	24590	6750	17710	72,0	2,0
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	3,04	45600	17100	25940	8100	19660	75,8	2,1
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	3,27	49050	20550	27290	9450	21760	79,7	2,2
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	3,59	53850	25350	28640	10800	25210	88,0	2,3

Як видно із даних наведеної таблиці 3.10 найвищі економічні показники одержано у варіанті досліді за норми внесення мінеральних добрив N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}. У цьому варіанті досліді одержано найвищий чистий прибуток 25210 грн./га., рівень рентабельності 88,0 % і окупність 1 грн затрат на добриво та їх внесення 2,3. У другому варіанті досліді, де мінеральне добриво вносили в нормі N_{18,0}P_{36,0}K_{44,0} чистий прибуток і рівень рентабельності становили відповідно 15610 грн./га і 67,2 %. Якщо, порівняти за економічною ефективністю третій і четвертий варіанти, то видно, що внесення добрива в нормі N_{27,0}P_{54,0}K_{66,0} дало кращу рентабельність 75,8% в порівнянні із третім варіантом, де вносили добриво в нормі N_{22,5}P_{45,0}K_{55,0}. Достатню окупність 1 грн. затрат на добрива та їх внесення 2,2 грн одержали за внесення добрива в нормі N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}. На контролі чистий прибуток та рівень рентабельності були найнижчими і відповідно становили 10660 грн./га і 59,8 %. Окупність 1 грн. затрат на добриво та його внесення в деякій мірі підвищується із збільшенням норми комплексного мінерального добрива нітроамофоски.

Розрахунки енергетичної ефективності застосування мінерального добрива наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Енергетична ефективність удобрення сої, у середньому за 2022-2023 роки

Варіант досліді	Урожай-ність, т/га	Енерго-ємність урожаю, МДж	Енерго-витрати на 1 га посіву, МДж	K _{ee} (коефіцієнт енергетичної ефективності) по зерну
Контроль – без добрив	1,90	343938	214961	1,6
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	2,59	468842	234421	2,0
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	2,82	510476	243084	2,1
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	3,04	550301	250137	2,2
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	3,27	591935	257363	2,3
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	3,59	649862	270776	2,4

Найвищі енерговитрати на 1 га посіву 270776 МДж одержано у варіанті досліді за норми внесення мінерального добрива $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$. У цьому варіанті встановлено найвищу енергоємність урожаю 649862 МДж і коефіцієнт енергетичної ефективності 2,4.

Деяко нижчі показники енергоємності урожаю 591935 МДж і вищі енерговитрати на 1 га посіву 257363 МДж одержано у варіанті за внесення мінерального добрива в нормі $N_{31,5}P_{63,0}K_{77,0}$. Найнижчу енергоємність 343938 МДж і найвищі енерговитрати 214961 МДж одержано у контрольному варіанті за коефіцієнта енергетичної ефективності 1,6.

Отже, на підставі отриманих результатів можна вважати, що найбільш ефективним за результатами економічної та енергетичної оцінок на чорноземі опідзоленому є система удобрення сої сорту ***, яка передбачає внесення норми комплексного добрива $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$, що відповідає 4 центнерам нітроамофоски.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Стан ґрунтів та використання земельних ресурсів

Важко переоцінити роль Землі у вирішенні продовольчої проблеми. Загальновідомо, що потреба населення в основних продуктах харчування в середньому подвоюється кожні тридцять років. Тому, щоб задовільнити продуктами всіх людей, які живуть потрібно вдвоє збільшити продуктивність сільськогосподарського виробництва. Вирішення цього надзвичайно складного завдання насамперед залежить від ефективного використання землі [12, 20].

Основною причиною порушення ґрунтів є діяльність людини, а саме механічний обробіток ґрунту, переуцільнення ґрунтів внаслідок діяльності важкого транспорту, забруднення ґрунтів. Внаслідок цих дій посилюється вплив природних ерозійних чинників (вітру, дощових потоків).

Ерозія володіє найбільшими руйнівними властивостями на ґрунт. Для того, щоб запобігти ерозійним процесам і зменшити дію існуючих рекомендується застосовувати різноманітні заходи. Наприклад, організаційно-господарські, під час яких визначають використання ґрунтів для тих чи інших цілей. Для того щоб покращити поглинаючу здатність ґрунту, його стійкість до розмивання, а також видування застосовують ряд агротехнічних протиерозійних заходів [41].

Головним навантаженням на землі господарства, є застосування добрив неорганічного походження, а також застосування пестицидів. Небезпека таких речовин полягає у тому, що вони мають здатність зберігатися у природі протягом тривалого часу, що в свою чергу приносить шкоду життю тварин, рослин і людині.

В Червоноградському районі Львівської області упродовж останніх

років дещо погіршився стан земель. Невеликий приріст продукції досягають в наслідок виснаження та деградації ґрунтів. Відбувається вилучення цінних сільськогосподарських земель під будівництво. Тому, для збереження та підвищення родючості ґрунтів району пропонується такі заходи:

1. Правильне формування агроландшафту – обґрунтоване співвідношення між полем, лісом, луками та болотами. На території району потрібно зменшити кількість орних земель, збільшити площу лісу та лук. Адже, на сьогоднішній день в Червоноградському районі домінуючим угрупованням є саме поля, які займають орієнтовно 65% території, що в подальшому може мати негативний вплив на стан навколишнього середовища. Збільшення площі лісів зменшить ерозію ґрунту, забезпечить максимальне вбирання пилу з повітря та збільшення кількості кисню.

2. Дотримання польових, кормових та інших сівозмін. Чергування культур у сівозміні ґрунтується на неоднакових виносках поживних речовин і потребі у воді, властивості накопичувати у ґрунті збудників хвороб, шкідників. Навіть на незначній за площею ділянці потрібно чергувати культури, що збереже ґрунти та підвищить їх родючість.

3. Внесення науково обґрунтованої кількості добрив. Відомо, що з врожаєм просапних культур виноситься велика кількість органічних речовин (гумусу) та елементів живлення рослин (азоту, фосфору, калію, мікроелементів). Для їх відновлення необхідно використовувати систему заходів, які повинні бути направлені на швидке відновлення втрачених елементів.

4. Перехід на обробіток землі легкими тракторами та механізмами. Сьогодні більшість земель в районі обробляється важкими, застарілими тракторами, що веде до деградації ґрунтів (руйнується структура, знижується водостійкість структурних агрегатів, підвищується щільність орного шару). Легкі механізми значно менше будуть забруднювати навколишнє середовище та зменшать навантаження на ґрунт.

5. Впровадження біологічного господарювання. Посів сидеративних культур, рослин родини бобові суттєво збагатить ґрунт азотом та поживними

речовинами без застосування добрив. Часткова відмова від отрутохімікатів покращить стан землі.

6. Використання сапропелю. Важливим резервом забезпечення ґрунтів органічними добривами (азотом, фосфором, калієм) є сапропель або органічний мул, який відкладається на дні озер та водоймищ. Позитивною якістю сапропелю є те, що він має нейтральну реакцію і може діяти як меліорант.

4.2 Водні ресурси господарства, їх стан та охорона

Від водних ресурсів залежить життя тварин і рослин і тому їх треба охороняти. Більшість галузей промисловості і сільського господарства потребують багато води для різних застосувань, тому глобальна економіка також залежить від неї. Велика частина води – це морська вода, яку не можна використовувати земними організмами. Льодовики є основним ресурсом прісної води, а найважливішим ресурсом для людського використання є поверхневий стік, що міститься в озерах і річках.

Основна частина водних ресурсів припадає на річковий стік (92,6%). На території України налічується понад 71 тис. річок та джерел загальною довжиною 248 тис. км. Із них більше 67 тис. (94,4%) водостоків – короткі (менше 10 км.), загальною довжиною 131 тис. км [13, 31].

Джерелом питної води можуть бути поверхневі води (озера, річки та потоки) або ґрунтові води (водоносні горизонти). Вода завжди знаходиться в поєднанні з тими чи іншими сполуками, такими як мінерали або хімічні речовини, які можуть бути природними або в результаті людської діяльності. В обох випадках може бути присутнім деякі забруднювачі (метали, радіоактивні сполуки, мікроорганізми), які можуть бути небезпечними для людини. Захист водних джерел означає захист від забруднення та надмірного використання (на джерелі), як якості води, так і кількості, яку ми п'ємо та

використовуємо, таким чином знижуючи ризики для здоров'я населення від впливу забрудненої води [12, 13].

Захист водних джерел включає захист поверхневих джерел води (наприклад, озер, річок, водосховищ) та джерел ґрунтових вод (наприклад, захист джерел, захист копаних свердловин та захист свердловин) для уникнення забруднення води. Незважаючи на те, що поверхневі джерела води та джерела безпосередньо піддаються людській діяльності, джерела підземних вод часто захищаються через перекриття ґрунтів. Однак, доступ до джерел ґрунтових вод через викопані або пробурені свердловини дозволяє забруднювачам потрапляти до водоносних горизонтів, забруднюючи сам колодязь та воду в сусідніх озерах, річках чи сусідніх свердловинах, що, загрожує як здоров'ю, так і навколишньому середовищу.

Оскільки багато джерел поверхневих вод використовуються для питної води, захист є життєво важливим. Як правило, є три основні стратегії захисту.

Перше – профілактика. Не допускається скидання відходів, забруднюючих речовин чи неочищеної води із побутового, промислового чи сільськогосподарського використання; оптимізовано використання води та практику сільського господарства, щоб не допустити потрапляння поживних речовин у водні системи (наприклад, створення буферних зон).

Друге – лікування. Обробка забрудненої води перед скидом; поводження з дощовими водами: забезпечення того, що стікання не може транспортувати забруднювачі до водних об'єктів.

Третє – відновлення екосистем. Включення або підтримка природних процесів реабілітації [12, 13].

Для того, щоб запобігти забрудненню води ***Львівської області дотримується встановлених правил транспортування, зберігання та використання добрив, пестицидів та інших токсичних речовин. На території водоохоронних зон забороняється використання стійких та сильнодіючих препаратів, у прибережних смугах уздовж річок, навколо водойм повністю

забороняється зберігання та застосування усіх видів пестицидів та добрив.

З метою запобігання забруднення водних джерел систематично здійснюється контроль за дотриманням вимог під час внесення добрив і обприскування рослин пестицидами, раціонально використовуються місцеві стоки води завдяки агротехнічним заходам, зокрема спеціальним зяблевим обробітком впоперек схилу, також заборонено миття сільськогосподарської техніки поблизу водойм.

4.3 Охорона атмосферного повітря

Чисте повітря, є одним із необхідних елементів для існуючих організмів, які живуть на Землі. Для захисту здоров'я людини та запобігання змінам клімату законодавство встановлює вимоги до підприємств, які здійснюють промислові викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Такі викиди означають будь-які речовини, що надходять у повітря в результаті виробничого процесу юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців. Відповідно до вимог чинного законодавства про охорону навколишнього природного середовища забороняється проводити викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря без відповідного дозволу (ліцензії). Дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря через стаціонарні джерела – це документ, що надає підприємствам право вести викиди. Він видається органами виконавчої влади за заявою підприємства [12, 13, 20].

Внески сільського господарства до забруднення повітря включають пестициди, запахи, дим, пил, алергенні пил і сміття. Широке громадське занепокоєння з приводу пестицидів робить його обов'язковим, щоб внесення пестицидів ретельно контролювати і енергійно шукати кращі методи.

Неправильне землекористування та обприскування посівів можуть викликати значне погіршення якості повітря. Практика, яка тривалий час відриває ґрунт від росту рослин або залишків рослин, сприяє вітрової ерозії,

особливо в районах сухого землеробства. На щастя, технологія запобігання вітрової ерозії добре зрозуміла і широко використовується.

На відміну від більшості інших технологій, сільське господарство забезпечує значний позитивний внесок в якість повітря. Фотосинтез зелених рослин видаляє з повітря вуглекислий газ і додає до нього кисень, тим самим допомагаючи підтримувати життєдайний баланс між цими газами [12, 20].

4.4 Стан охорони та примноження флори і фауни

При введенні в господарський обіг цілинних земель, заболочених, прибережних та зайнятих чагарниками територій, меліорації земель, визначення місць випасання і прогону свійських тварин повинні передбачатися і здійснюватися заходи щодо збереження середовища існування та умов розмноження тварин, забезпечення недоторканності ділянок, що мають особливу цінність для збереження тваринного світу. Випалювання сухої рослинності або її залишків допускається лише в разі господарської необхідності за відповідним дозволом територіальних органів Міністерства охорони навколишнього природного середовища [13, 20].

Вирубання лісів також впливає на тваринний світ, змінюються умови існування птахів і звірів, зменшується їх чисельність.

Згідно зі ст. 40 Закону України від 13 грудня 2001 року «Про тваринний світ» підприємства, установи, організації та громадяни зобов'язані вживати заходів для запобігання загибелі тварин під час проведення сільськогосподарських та інших робіт [20].

При застосуванні в сільському господарстві засобів захисту рослин, стимуляторів їх росту, мінеральних добрив та інших препаратів повинні враховуватися вимоги щодо охорони тваринного світу. Всі сільськогосподарські підприємства зобов'язані вживати заходів щодо запобігання захворюванню та загибелі тварин під час зберігання, транспортування та застосування вказаних препаратів.

Для збільшення популяції корисних комах, птахів і звірів можливим є застосування біологічних заходів захисту рослин, для того щоб зменшити використання хімічних засобів, які сприяють загибелі корисних комах і птахів, а також негативно впливають на стан навколишнього середовища.

Значну увагу необхідно приділяти створенню зелених насаджень, залуженню ерозійно небезпечних ділянок та ділянок поблизу водоймищ [20].

Фермерські господарства, сільськогосподарські підприємства, а також громадяни, при порушенні правил охорони навколишнього середовища, повинні притягуватись до адміністративної або кримінальної відповідальності, а також повинні у повному розмірі компенсувати заподіяну ними шкоду навколишньому природному середовищу у наслідок їх господарської діяльності [41].

Розділ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

5.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

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

Законодавство України про охорону праці являє собою систему пов'язаних між собою нормативних актів, що регулюють відносини в галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально економічних, організаційно-технічних і лікувально профілактичних заходів та засобів, що спрямовані на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Згідно конституції України статті 43, кожен має право на працю, що включає можливість заробляти собі на життя працею, яку він вільно обирає або на яку вільно погоджується [15, 19].

Закон України „Про охорону праці” визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на безпечні і здорові умови праці, регулює за участі відповідних органів державної влади відносин між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [15, 19].

У ***вирішення проблем охорони праці покладено на службу охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо керівникові господарства. Служба охорони праці формується із спеціалістів, які мають вищу освіту та стаж роботи. Працівники служби охорони праці мають право видавати обов'язкові до виконання приписи щодо усунення наявних недоліків.

На підприємстві контролюють стан охорони праці: директор, його заступник, головний інженер, інженер з охорони праці, майстри, робітники.

Основними видами контролю за станом охорони праці є: повсякденний контроль з боку керівників, адміністративно-громадський контроль, контроль, який здійснює служба охорони праці, нагляд з боку державних інспекцій.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, обладнання та інших засобів виробництва, стан колективного та індивідуального захисту працівників та санітарні умови відповідають вимогам законодавства та нормативно-правових актів з охорони праці.

Працівники, зайняті на робочих місцях з складними та шкідливими умовами праці, безкоштовно отримують лікувальні та дієтичні страви, молоко або еквівалент їжі, содову воду, мають право на платні перерви в санітарних та медичних цілях, скорочені робочі години, додатковий оплачуваний відпустку, зменшені пенсії, заробітна плата за більш високою ставкою та інші пільги та компенсації, передбачені в порядку, встановленому законом [14, 22].

Роботодавець забезпечує за свій рахунок придбання, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно нормативно-правових актів з питань охорони праці та колективних переговорів.

5.2 Пожежна безпека при виконуваній операції

У сільському господарстві існують багато умов для виникнення всіх видів загоряння. Саме цим можна пояснити велику кількість пожеж, які щорічно виникають у сільській місцевості.

Аналіз причин пожеж, що виникають у період збирання врожаю, показує, що найбільш поширеними в них є недотримання вимог пожежної безпеки при експлуатації сільськогосподарської техніки, куріння, порушення вимог пожежної безпеки при застосуванні джерел відкритого вогню при ремонті, спалюванні рослинних решток, внаслідок обриву і замикання

провідників ліній електропередач [15, 61].

Відповідно до вимог пожежної безпеки генеральні плани господарства забезпечують необхідну безпечну відстань від меж підприємства до сусідніх підприємств, населених пунктів, магістральних залізниць, трубопроводів і водних шляхів, передбачають правильний вибір зон для окремих будівель і споруд залежно від їх призначення, задовольняють вимоги щодо вибору необхідних протипожежних розривів між будівлями і спорудами.

Оскільки мінеральні добрива можуть створювати пожежовибухову небезпеку, склад, де вони зберігаються, обладнаний технічними засобами, стелажми, піддонами, а щитами розділяють на окремі відсіки. Через вибухонебезпечні властивості розміщують окремо сухі мінеральні (крім селітри) і зріджені добрива, селітри [65, 66].

Під час досягання хлібів підвищується небезпека виникнення пожеж на полях. Вогонь, що виник від певного конкретного джерела, завдяки вітру поширюється по полю з великою швидкістю.

Джерелами загоряння найчастіше бувають іскри випускних систем двигунів внутрішнього згоряння, тління соломистої маси при контакті із розжареними деталями машин, необережне поводження з вогнем [61, 65].

Відповідальність за пожежну безпеку на жнивках покладено на керівника господарства. Перед початком жнив усі механізатори здають протипожежний мінімум і отримують атестат з правом виконувати відповідні роботи.

Усі трактори і самохідні машини обладнують іскрогасниками, огороженнями випускних колекторів двигунів, вогнегасником і лопатою, а комбайни – двома вогнегасниками, двома лопатами, двома мітлами, брезентом, баком з водою місткістю 40-50 л і заземлюючим пристроєм. Автомобілі-заправники і заправні агрегати повинні мати заземлюючий пристрій і вуглекислотний вогнегасник [61, 65].

Зерносклади обладнують первинними засобами пожежогасіння. У приміщеннях зерносховищ забороняється користуватися відкритим вогнем.

У процесі зберігання зерна постійно контролюють його температуру всередині бурта, чи відсіку. У приміщені зерноскладів, обладнаних механічною вентиляцією, постійно стежать за справністю вентиляторів.

5.3 Гігієни праці при внесенні мінеральних добрив та пестицидів під сою

Перед початком роботи з пестицидами та іншими хімічними речовинами працівники повинні пройти інструктаж на робочому місці. Їх забезпечують спецодягом, взуттям, респіраторами та окулярами залежно від препаратів, які застосовуються. Суворо забороняється проводити обприскування без засобів індивідуального захисту. Забороняється приймати їжу та курити під час внесення пестицидів, для цього є спеціально відведені місця, які розміщені не ближче, як за 200 м (з навітряного боку) від місця роботи. Перед прийомом їжі необхідно вимити руки та обличчя водою з милом [61].

Особи, які залучаються до роботи з пестицидами, щорічно в обов'язковому порядку проходять медичний огляд та інструктаж з техніки безпеки.

До роботи з пестицидами не допускаються особи віком до 18 років, вагітні та жінки-годувальниці, а також особи, що мають медичні протипоказання. Тривалість робочого дня при роботі з високотоксичними пестицидами – 4 години, з менш токсичними – 6 годин.

Пестициди зберігають подалі від добрив, продуктів харчування, кормів, запасів питної води, товарів для ветеринарії, насіння та засобів індивідуального захисту, щоб уникнути забруднення [22, 61].

Головним показником безпечної роботи на посівних машинах вважається їх технічна справність, а також наявність захисту над карданними ланцюговими і зубчастими передачами, справність робочої площадки, поручня, перила зі сторони спини сидіння.

Заправку добрив і протруєного насіння потрібно проводити тільки в засобах індивідуального захисту. При заправці сівалки автозаправником

необхідно узгоджувати свої дії з водієм автозаправником, не знаходитися під вивантажуючим пристроєм і в зоні його дії. Автозаправник повинен бути розташований з підвітряної сторони від сівалки і бути загальмованим [61].

Після закінчення роботи залишки протруєного насіння і добрив передають наступній зміні або здають їх на збереження в установленому порядку. Залишати протруєне насіння і добрива в сівалках не дозволяється.

5.4 Безпека праці пов'язана з вирощуванням сої

При вирощування сої потрібно виконати ряд операцій таких як, обробіток ґрунту, застосування пестицидів для захисту рослин під час вегетації від хворіб, бур'янів, шкідників. Ці заходи є важливими заходами сільськогосподарського виробництва.

Більшу частину рідкої їжі треба споживати перед початком роботи і в обідню перерву. Не можна перед початком роботи споживати соління, оселедці, копчену рибу чи м'ясо, бо ці продукти можуть затримати рідину в організмі, їжа працюючих має бути багата на білки (сир, не жирне м'ясо) і вітаміни.

Особи, які працюють з пестицидами проходять періодичні медичні огляди – не менше одного разу на рік. Всі хто працює з пестицидами, за законом встановлена тривалість робочого дня 4-6 год [19, 61].

До роботи з пестицидами не допускаються особи, в яких виявлені туберкульоз, захворювання центральної нервової системи, психічні захворювання, органів дихання, слуху, серцево-судинної системи, нирок, травного каналу, печінки, органів зору, шкіри та інші захворювання.

Не допускаються до роботи підлітки молодші 18 років, вагітні жінки а також ті, хто годує груддю. До роботи на машинах для внесення пестицидів допускають осіб які, які пройшли інструктаж по техніці безпеки, а також спеціальне навчання, засвоїли безпечні методи праці, знають правила надання першої невідкладної допомоги при отруєнні і пройшли медичний

огляд. Всі роботи, що пов'язані із застосуванням пестицидів виконуються під керівництвом агронома по захисту рослин [61].

Насіння протруюють в спеціально обладнаних приміщеннях, розташованих не ближче 500 м від житлових будівель, тваринницьких приміщень, джерел водопостачання, а також в спеціально обладнаних секціях складу для зберігання зерна. Приміщення повинні мати загально-обмінну вентиляцію з місцевими вентиляторами із зон пилоутворення.

Решта після посіву протравлене насіння здають на склад, а при необхідності – реалізують іншому господарству для посіву. Їх не можна змішувати з іншими насінням, здавати на хлібоприймальні пункти, використовувати для харчових цілей, на корм худобі і птиці [15, 61].

5.5 Захист населення у надзвичайних ситуаціях

Головною метою захисту населення є захист людей та їх основи існування уразі стихійного лиха та надзвичайних ситуацій. Завдяки зростанню мережі інфраструктури в сучасному суспільстві та високій щільності простору, катастрофи та надзвичайні ситуації завдають більшої шкоди, ніж раніше на національному рівні. Захист громадськості забезпечує проведення, захист, порятунк та допомогу, необхідну для обмеження та контролю впливу шкідливих подій.

Указом президента України від 28 жовтня 1999 року затверджено найважливіші функції безпеки життєдіяльності людини, передано в компетенцію Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. Ці функції спрямовані на захист населення від наслідків стихійних лих, аварій та катастроф, а також застосування ворогом сучасних засобів ураження. Захист населення – це комплекс заходів, спрямованих на попередження негативного впливу наслідків надзвичайних ситуацій, чи максимального послаблення ступеня їх негативного впливу [15, 19, 61].

Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій здійснюється за такими принципами: пріоритетність завдань, спрямованих на порятунок життя і збереження здоров'я людей та навколишнього середовища; вільного доступу населення до інформації про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій; особистої відповідальності і турбота самих громадян про власну безпеку, неухильного дотримання ними правил поведінки і дій у НС; відповідальність в межах своїх повноважень посадових осіб за дотриманням вимог законодавчих актів; обов'язковість завчасної реалізації заходів, спрямованих на попередження НС; врахування економічних, природних та інших особливостей території і ступені реальної небезпеки виникнення НС; максимально можливого, ефективного, комплексного використання наявних сил і засобів призначених для запобігання та реагування на НС [15, 19, 61].

Підводячи підсумки, можна зробити висновок про високий рівень охорони праці та цивільного захисту у ***Львівської області: виробничі приміщення відповідають діючим вимогам та правилам, в приміщеннях створені нормальні умови для роботи персоналу, всі працівники, що мають справу з небезпечними та шкідливими речовинами, забезпечені індивідуальними засобами захисту та первинними засобами пожежогасіння.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та вирішення наукової задачі з удосконалення системи удобрення з врахуванням гідротермічних умов на чорноземі опідзоленому у *** Львівської області для підвищення продуктивності сої сорту ***. Результати проведених досліджень дають підставу стверджувати:

1. За збільшення рівня внесення комплексного добрива під сою сприяло в деякій мірі підвищенню вмісту лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію в чорноземі опідзоленому. Якщо, до закладки польового дослідження вміст азоту, фосфору і калію становив відповідно 153, 52 і 96 мг/кг ґрунту, то у варіанті за удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ ці показники перед збиранням врожаю відповідно становили 164, 60 і 101 мг/кг ґрунту.

2. На проходження фаз росту і розвитку рослин сої позитивно вплинули підвищені норми азоту, фосфору і калію. За рівня удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ на шостому варіанті тривалість міжфазного періоду „сходи – повна стиглість” наступали на 8 діб довше контрольного варіанту (без добрив). Із збільшенням норми азоту в удобренні збільшується тривалість вегетаційного періоду сої.

3. За рівня мінерального удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ одержали найвищу польову схожість 94,5 % і виживаність рослин 86,8 %, тоді як у контрольному варіанті ці показники були найнижчими і становили 90,0 % і 82,8 %.

4. Найбільшу площу листової поверхні рослин сої 51,6 тис. м²/га одержали у період вегетації „бутонізація-цвітіння” за удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ на шостому варіанті тоді як у контрольному варіанті цей показник становив 43,5 тис. м²/га.

5. Найвищий вміст сухої речовини рослини сої 2714 г/м² одержали за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ на шостому варіанті у фазі наливання зерна, тоді як на контролі він становив 1505 г/м².

6. За удобрення в нормі $N_{51}P_{38}K_{56}$ одержали найвищі показники продуктивності сої: кількість зерен у бобі – 2,3 шт., кількість бобів на рослині – 15,7 шт, маса 1000 зерен – 196 г і маса зерна з 1 рослини – 7,3 г.

7. Найвищу урожайність сої 3,59 т/га з приростом до контролю 1,69 т/га, або 88,7 % одержали у шостому варіанті досліду за рівня удобрення в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$. У контрольному варіанті одержали найнижчу урожайність сої 1,90 т/га.

8. Найвищі показники фракційного складу зерна сої одержали за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$: фракція зерна більше 6,5 мм – 21,9%, 5,5-6,5 мм – 60,7 % і менше 5,5 мм – 17,4%.

9. В зерні сої найвищий збір сирого протеїну 1,31 т/га і сирого жиру 0,62 т/га одержали у шостому варіанті за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

10. За внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$ одержали найвищий чистий прибуток 25210 грн./га, рівень рентабельності 88,0 % та окупність 1 грн. затрат на добриво та його внесення 2,3 гривні. Найнижчий чистий прибуток 10660 грн. і рівень рентабельності 59,8 % одержали у контрольному варіанті (без добрив). Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності 2,4 одержали за внесення добрива в нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$.

За вирощування сої середньораннього сорту *** на чорноземі опідзоленому в умовах Західного Лісостепу після попередника пшениці ярої пропонуємо вносити в передпосівну культивуацію комплексне мінеральне добриво нітроамофоску у нормі $N_{36,0}P_{72,0}K_{88,0}$, що відповідає 4 ц/га. За такої норми внесення мінерального добрива одержано найвищу урожайність 3,59 т/га із збором сирого протеїну 1,31 т/га. За такого удобрення підвищуються і агрохімічні властивості чорнозему опідзоленого.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Агрохімія: підручник / [М.М. Городній, А.Г. Сердюк, В.А. Копілевич та ін.]; за ред. М.М. Городнього. К.: Арістей, 2008. 936 с
2. Агрохімія: підручник. Ч. 2. Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту / [М. Й. Шевчук, С. І. Веремеєнко, В. І. Лопушняк]; за ред. М. Й. Шевчука. Луцьк: Надстир'я, 2012. 440 с.
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., Колісник С. І., Семцов А. В. Урожайність насіння сортів сої залежно від доз мінеральних добрив, інокуляції та стимуляторів росту в умовах Лісостепу України. *Виробництво, переробка і використання сої на кормові та харчові цілі : матеріали третьої Всеукр. конф.* Вінниця, 2000. С. 27–28.
8. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К. : Урожай. 1993. 428 с.
9. Бабич-Побережна А. А. Соя і соєві продукти на світовому ринку. *Корми і кормовиробництво.* Київ. 2011. Вип. 69. С. 213-216.
10. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у Західному Лісостепу. *Вісник аграрної науки.* 2009. № 8. С. 29–31.
11. Бахмат 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. Бутко Д.А., Луценков В.А., Лехман С.Д. Практикум з охорони праці. К. : Урожай, 1995. 144 с.
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, 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. Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
22. Гряник Г. М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. К. : Урожай, 1994. 272 с.
23. Гутянський Р. Особливості агротехнічного контролю бур'янів на сої. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 8. С. 36–38.
24. Іванюк С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. №21 (316). С. 50–54.
25. Дідора В. Г., Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К. : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.

26. Добрива та їх використання: навч. посібник / І. У. Марчук, В. М. Макаренко, В. Є. Розстальний та ін. Київ: Арістей, 2013. 263 с.
27. Дзюбайло А. Г., Мигаль І. Б. Агробіологічні основи формування врожаю насіння сої в умовах Західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 129–132.
28. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ПП «ГД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
29. Заришняк А. С. Сучасні системи удобрення сільськогосподарських культур у сівоzmінах з різною ротацією за основними ґрунтово-кліматичними зонами України. Інститут ґрунтознавства. 2008. С. 46.
30. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник. Суми : Унів. кн., 2004. 464 с.
31. Злобін Ю. А. Основи екології. К. : Лібра, 1998. 248 с.
32. Каленська С. Мінеральне живлення сої. *Насінництво*. 2009. С. 23-24.
33. Камінський В. Ф., Вишнівський П. С. Вплив факторів інтенсифікації на ріст, розвиток та продуктивність сої. *Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН"*. 2009. Вип. 2. С. 51–55.
34. Колісник С. І., Венедіктов О. М., Кобак С. Я. Шляхи оптимізації системи удобрення сої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74. С. 100-106.
35. Колісник С. І., Іванюк С. В., Петриченко Н. М. Вирощування сої на зерно. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 15 – 16.
36. Колісник С. І., Кобак С. Я., Венедіктов О. М., Опанасенко Г. В. Формування продуктивності сортів сої залежно від рівнів мінерального живлення в умовах Лісостепу правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 77. С. 134-142.

37. Колісник С. І., Кобак С. Я., Сереветник О. В. Особливості азотного живлення сої. Матеріали міжнародної наукової конференції 11-12 серпня 2016 р. 2016. Вінниця. С. 27-28.

38. Колісник С. І., Іванюк С. В., Петриченко Н. М. Вирощування сої на зерно. *Насінництво*. 2005. № 12. С. 15–16.

39. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. К.: Логос, 2005. 150 с.

40. 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.

41. Куценко О. М., Писаренко В. М. Агроєкологія: підручник. К. : Урожай, 1995. 256 с.

42. Лебідь Є. М., Льоринець Ф. А., Коцюбан А. І., Ліб І. М. Вплив систем обробітку ґрунту і добрив на урожайність сої в умовах Північного Степу. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 173–180.

43. Лісовал А. П. Методика агрохімічних досліджень. К. : 2001. 317 с.

44. Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур. Львів : Українські технології, 1999. С. 303.

45. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів. 2008. 312 с.

46. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів. 2014. 1040 с.

47. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Соя. Л. : Діло. 2016. 400 с.

48. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів : НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.

49. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур: підручник. 3-тє видання, перероблене. Львів: Українські технології, 2021. 284 с.

50. Любчич О. Особливості технології вирощування сої. *Аграрний тиждень*. 2015. С. 35.
51. Марков І. Л. Інтегрований захист сої від хвороб. *Агроном*. 2013. № 2. С. 152–158.
52. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій у сільськогосподарському виробництві. К. : Урожай, 1988. 208 с.
53. Мельник А., Вовк В. Продуктивність різних сортів сої в умовах Прикарпаття. *Пропозиція*. 2008. № 6. С. 58–60.
54. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. *Вісник ЛНУП : агрономія*. 2009. № 12 (1). С. 111–116.
55. Мойсієнко В. В. Агроекономічне обґрунтування ролі сої у вирішенні проблеми рослинного білка в Україні. Житомир. 2010. 155 с.
56. Москалець В. В. Екологічні аспекти вирощування сої. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 3. С. 55–57.
57. Нагорний В. І. Вплив способу обробітку ґрунту і систем удобрення на продуктивність сортів сої. *Агрономія і біологія*. Суми. 2011. С. 82.
58. Нікішенко В., Шелудько О., Ігнатенко В. Перспективи вирощування кукурудзи та сої на зрошуваних землях Півдня України. *Пропозиція*. 2008. № 4. С. 72–75
59. 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. 334 с.
60. Панасюк Р. Продуктивність сої залежно від удобрення. *Вісник ЛНАУ*. 2021. №25. С. 71–74.
61. 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.

62. Петриченко В. Панасюк О. Соя в короткоротаційних сівозмінах. *Соя – найперспективніша культура XXI століття : темат. добірка*. Чернігів, 2000. С. 17–18.
63. Петриченко В.Ф., Колісник С. І., Кабак С. Я. Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки (спеціальний випуск)*. 2013. №13. С.57-62.
64. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. та ін. Соя – культура унікальних можливостей. Київ: Юнівест Медіа, 2016. 224 с.
65. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві. К. : Форт, 2001. 384 с.
66. Практикум з охорони праці / за ред. І.П. Пістуна. Суми: Університетська книга, 2000. 207 с.
67. Рекомендації з технологічного процесу виробництва середньостиглих сортів науково-дослідного інституту сої / за ред. А. В. Пилипченка, В. Н. Тимченка, М. Б. Піскового, В. А. Сонця. Глобине : НДІ сої, 2014. 26 с.
68. Соя ***// LIDEA : [сайт]. URL: <https://lidea-seeds.com.ua/products/es-mentor> (дата звернення 27.10.2023 р.).
69. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посиляєва, П. В. Чернищенко. Х. : 2016. 400 с.
70. Стрихар А. Є. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2007. № 116. С. 118–123.
71. Технології вирощування нового скоростиглого сорту сої / С. І. Попов, Р. Д. Магомедов, В. О. Матушкін, М. Ф. Бомско. *Агроном*. 2003. № 2. С. 27.
72. Ткачук Р. В., Зінченко О. І., Кропивко В. Ф., Січкара А. О. Деякі підсумки досліджень по удосконаленню технології вирощування сої в Південному Лісостепу України. *Виробництво, переробка і використання сої*

на кормові та харчові цілі : матеріали III Всеукр. конф., 3 серп. 2000 р. Вінниця, 2000. С. 55–56.

73. Черенков А. В. Зернобобові культури : сучасні технології вирощування. Дніпро. 2017. С. 85.

74. Єремко Л. Технологія для сої. *The Ukrainian Farmer*. 2013. С. 58.

75. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2014. С. 15.

76. 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.

77. Шевчук М. Й., Веремеєнко С. І. Агрохімія : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 728 с.

78. Щетина Н. П. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сої в північному Лісостепу. *Інноваційний розвиток систем землеробства та агротехнологій в Україні : матеріали наук.практ. конф. молодих вчених і спеціалістів, 10–12 груд. 2007 р.* Чабани, 2007. С. 77–78.

79. Kościelniak W., Pyziak K. Soja – uprawa z perspektywą: poradnik agrotechniczny. Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, Łosiów, 2015. 43 ss.

80. Kolpak R. Plonowanie soi oraz kształtowanie się cech morfologicznych na tle obsady i nawożenia roślin : [ref.] semin. "Soja: Odmiany, upr. i użyt.", Radzikow, 5 wrzes., 1995. *Biul. Inst. hod. i aklim. rosl.* 1996. № 198. S. 53–63.

81. Ostrowska D. Wpływ szczepienia bakteryjnego na plonowanie i wartość siewna nasion soi : [ref.] semin. "Soja: Odmiany, upr. i użyt.", Radzikow, 5 wrzes., 1995. *Biul. Inst. hod. i aklim. rosl.* 1996. № 198. S. 139–146.

82. Pizlo H. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na skład chemiczny nasion soi : [ref.] semin. "Soja: Odmiany, upr. i użyt.", Radzikow, 5 wrzes., 1995. Pizlo Halina, Dobreska–Jamro Dorota. *Biul. Inst. hod. i aklim. rosl.* 1996. № 198. S. 45–52.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технологічна карта вирощування сої

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

№ п / п	Технологічна операція	Одиниця виміру	Обсяг фіз. одиниць	Склад агрегату		Змінна норма виробітку	Всього витрати на весь обсяг робіт, 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 6Л	ПГ-0,3	10	0,35	0,18	0,6	-	-
3	Перевезення мінеральних добрив	тон/ км	-	ГАЗ-53	-	-	-	-	-	-	-
4	Внесення мін. добрив	га	1	ЮМЗ	МВД-900	31,6	0,21	1,7	1,7	1275	-

Продовження додатку А

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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 бакт. 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.	тон/ 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. У фазі 2-3 справжніх листків культури
14	Пряме комбайнування	га	1	СК «Case»	-	11,2	0,63	8,5	-	-	Фізіологічна стиглість насіння (вологість 14%)
15	Транспортування зерна на тік	тон/ км	-	ГАЗ-53	-	-	-	-	8,5	-	
16	Очистка зерна	т	2,4	ОВП - 20	-	7	0,21	-	-	-	

Статистична обробка урожайності сої за 2022 рік

Таблиця Б.1 – Урожайність сої за 2022 рік, т/га

Варіант досліджу	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	1,48	1,74	2,05	2,22	7,5	1,87
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	2,16	2,29	2,63	2,86	9,9	2,49
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	2,53	2,78	2,82	2,95	11,1	2,77
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	2,46	2,96	3,11	3,23	11,8	2,94
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	2,84	2,92	3,21	3,43	12,4	3,10
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	3,07	3,40	3,58	3,74	13,8	3,45

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

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	7,47	23			
Повторень	1,42	3			
Варіантів	5,93	5	1,19	40,05	3,06
Залишок	0,12	15	0,01		

$S_x = 0,04$ т (помилка досліджу);

$S_d = 0,06$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,13$ т;

$HP_{05} = 4,8$ %.

Статистична обробка урожайності сої за 2023 рік

Таблиця В.1 – Урожайність сої за 2023 рік, т/га

Варіант досліджу	Повторення				ΣV	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Контроль – без добрив	1,62	1,84	2,05	2,17	7,7	1,92
N _{18,0} P _{36,0} K _{44,0}	2,25	2,67	2,83	2,96	10,7	2,68
N _{22,5} P _{45,0} K _{55,0}	2,63	2,78	2,82	3,22	11,5	2,86
N _{27,0} P _{54,0} K _{66,0}	2,72	2,89	3,28	3,63	12,5	3,13
N _{31,5} P _{63,0} K _{77,0}	3,14	3,36	3,54	3,67	13,7	3,43
N _{36,0} P _{72,0} K _{88,0}	3,44	3,63	3,84	3,97	14,9	3,72

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

Дисперсія	Сума квадратів	Степені свободи	Середній квадрат	Fфакт.	F ₀₅
Загальна	9,46	23			
Повторень	1,33	3			
Варіантів	7,98	5	1,60	173,71	3,06
Залишок	0,14	15	0,01		

$S_x = 0,05$ т (помилка досліджу);

$S_d = 0,07$ т (помилка різниці середніх);

$HP_{05} = 0,14$ т;

$HP_{05} = 4,88$ %.