

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет агротехнологій та екології  
Кафедра агрохімії та ґрунтознавства

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня – магістр

на тему: «Обґрунтування рівня азотного удобрення сої

на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах

Львівського Опілля»

Виконав студент групи Аг-61  
спеціальності 201 «Агрономія»  
Блятник Тарас Степанович

Керівник П. С. Гнатів

Рецензент \_\_\_\_\_

Дубляни - 2021



**УДК 631.5.81/84:633.34**

**Обґрунтування рівня азотного удобрення сої на темно-сірому опідзоленому ґрунті в умовах Львівського Опілля.** Т. С. Блятник – Кваліфікаційна робота. Кафедра агрохімії та ґрунтознавства. – Дубляни, Львівський національний аграрний університет, 2021.

78 с. текст. част., 10 табл., 17 рис., 56 джерел.

Упродовж 2020-2021 років вивчали вплив рівня мінерального живлення на продуктивність сої та агрохімічні властивості темно-сірого ґрунту ФГ "КУШПІТ".

Внаслідок кваліфікаційних досліджень встановлено позитивну дію різних доз мінеральних добрив на агрохімічні показники темно-сірого ґрунту. Додатній баланс елементів живлення забезпечують норми мінерального живлення сої  $N_{55-80}P_{52}K_{52}$ .

Позитивний вплив мінеральних добрив виявлено на розвиток симбіотичного апарату та формування структури врожаю. Найвища біопродуктивність рослини сої була за мінерального живлення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . Встановлено, що найвищий урожай сої сорту Сандра формувався за удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$  – 3,59 т/га. Приріст урожаю відносно контролю становив на 95%. Вміст білка і жиру в зерні сої зріс разом із збільшенням рівня мінерального живлення

Найвищий рівень рентабельності – 88,3% при коефіцієнті енергетичної ефективності – 2,42 був за рівня мінерального живлення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ .

Для отримання на рівні 3,5 т/га насіння сої високої білковості й олійності та покращення агрохімічних властивостей темно-сірого ґрунту пропонуємо рівень мінерального живлення  $N_{80}P_{52}K_{52}$  з внесенням мінеральних добрив у формі діамофоси і карбаміду під основний обробіток ґрунту і в підживлення.

## ЗМІСТ

|  | Ст. |
|--|-----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 6   |
| <b>Розділ 1. АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ТА ПРОБЛЕМИ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ СОЇ</b> (огляд літератури)..... | 9   |
| 1.1. Біологія й поширення посів сої в Європі і в Україні .....   | 9   |
| 1.2. Особливості азотфіксації сої та засвоєння мінеральних солей.....  | 16  |
| 1.3. Планування мінерального удобрення для високого урожаю і якості зерна сої та збереження родючості ґрунтів .....            | 21  |
| <b>Розділ 2. УМОВ ЛЬВІВСЬКОГО ОПІЛЛЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....   | 27  |
| 2.1. Характеристика і спеціалізація фермерського господарства "КУШПІТ" .....   | 27  |
| 2.2. Кліматичні норми і погода в роки проведення досліджень.....   | 29  |
| 2.3. Опис темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту....  | 36  |
| 2.4. Методика біометричних спостережень і досліджень .....   | 40  |
| 2.5. Характеристика сої сорту Сандра.....  | 41  |
| 2.6. Агротехніка вирощування сої у Львівському Опіллі .....  | 42  |
| <b>Розділ 3. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ СОЇ НА ТЕМНО-СІРОМУ ҐРУНТІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА</b> .....                   | 45  |
| 3.1. Мінливість агрохімічних показників темно-сірого ґрунту залежно від мінерального удобрення сої .....                       | 45  |
| 3.2. Значення мінеральних добрив для симбіотичної активності сої.....  | 49  |
| 3.3. Коливання висоти рослин сої залежно від рівня удобрення.....  | 51  |
| 3.4. Життєвість та динаміка густоти рослин сої від рівня мінерального живлення .....   | 52  |
| 3.5. Біологічна структура урожаю сої залежно від норм мінерального удобрення.....  | 53  |
| 3.6. Залежність урожаю зерна сої від норми азотного мінерального   |     |

|  |           |
|--|-----------|
| удобрення на фоні фосфорно-калійних добрив .....   | 55        |
| 3.7. Зв'язок якості зерна сої і норми азотного удобрення .....   | 57        |
| 3.8. Економічна й енергетична оцінка ефективності внесення мінеральних туків при вирощуванні сої ..... | 59        |
| <b>Розділ 4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>                                       | <b>62</b> |
| 4.1. Стан використання землі, причини деградації ґрунтів та шляхи її охорони .....                     | 62        |
| 4.2. Водні ресурси, їх стан та охорона.....  | 65        |
| 4.3. Охорона атмосферного повітря.....   | 66        |
| 4.4. Рослинний і тваринний світ.....   | 67        |
| 4.5. Екологічна оцінка технології вирощування сої.....   | 68        |
| <b>Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....</b>                      | <b>70</b> |
| 5.1 Аналіз стану охорони праці у господарстві ФГ «КУШПТ» .....   | 70        |
| 5.2 Покращення гігієни праці, техніка безпеки і пожежної безпеки за вирощування сої.....               | 71        |
| 5.3 Захист населення в надзвичайних ситуаціях.....   | 74        |
| <b>ВИСНОВКИ.....</b>   | <b>76</b> |
| <b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....</b>   | <b>78</b> |
| <b>БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....</b>   | <b>79</b> |
| <b>ДОДАТКИ.....</b>  | <b>85</b> |
| Додаток А. Технологічна карта вирощування сої.....   | 86        |
| Додаток Б. Статистичне опрацювання результатів досліджень урожаю                                       | 90        |

## ВСТУП

Соя просувається все більше на північ і стає дуже рентабельною культурою в землеробстві заходу України. Соя містить приблизно 40% білка в зерні, багатого азотом, тому потреба сої в цьому елементі дуже велика.

На відміну від пшениці, кукурудзи та більшості інших просапних культур посіви сої здатні здобути більшість необхідного азоту шляхом симбіотичних відносин з бактеріями *Rhizobia*. Азотфіксація досягається через складний біотичний зв'язок між соєю та ґрунтовими бактеріями – *Bradyrhizobium japonicum*. Бактерії отримують цукор із сої для використання в якості джерела енергії, а соя отримує азот з бактерій. Такі взаємовідношення вигідні для сої. Приблизно 50-60% азоту надходить у рослини сої від фіксації азоту

Соя також поглинає ресурси мінералізованого азоту – 40-50% азоту соя має отримувати з ґрунту. А це – мінералізація ґрунтової органічної речовини або з розпад рослинних решток попередніх років. Часто сою успішно вирощують без додавання азотних добрив. Азотне удобрення у такому разі обмежується інокуляцією ризобіями, полів відведених для сої.

Система удобрення сої, розроблена на основі численних досліджень, показує, що в ґрунті, зазвичай недостатньо мінерального азоту. Тому фіксований азот частково покриває потреби сої в азоті, але не повністю. З вирощування високих врожаїв може виникнути дефіцит азоту для живлення рослин.

Виробники та наукова спільнота стурбована щодо здатності сої фіксувати адекватну кількість азот для високої врожайності. Інші дослідники показали, що підвищений рівень нітратного азоту в ґрунті може гальмувати процес фіксації азоту бактеріями, яка фізіологічно потребує великої кількості енергії. Має велике значення кислотність ґрунту для оптимального функціонування азотфіксуючих бактерій.

Тому предметом нашого магістерського дослідження були закономірності формування врожаїв залежно від системи удобрення сої в умовах у Львівського Опілля.

**Мета досліджень.** Мета наших досліджень – визначити оптимальні норми азотних мінеральних добрив для максимальної продуктивності сої та зміни агрохімічних показників темно-сірого ґрунту в умовах Львівського Опілля під впливом вирощування культури.

*Завдання дослідження:*

- вивчити передову наукову літературу і методику для розв'язання проблеми;
- проаналізувати погодні умови років дослідження і кліматичні тенденції в регіоні;
- дослідити вплив мінерального живлення сої на вміст поживних елементів у темно-сірому ґрунті;
- дослідити вплив норм мінерального удобрення на формування симбіотичних бульбочок сої;
- вивчити вплив доз удобрення сої на стійкість і виживання рослин впродовж вегетації, висоту рослин і висоту прикріплення нижнього боба, формування компонентів урожаю сої;
- дослідити вплив різних норм мінерального удобрення урожай і якість зерна сої;
- визначити економічну та енергетичну ефективність розроблених прийомів удобрення сої.

**Об'єкт досліджень:** мінеральне живлення сої на темно-сірому ґрунті в умовах Львівського Опілля .

**Предмет досліджень:** сорт сої Сандра, погодні умови років дослідження, різні дози мінерального удобрення сої азотом, агрохімічні показники темно-сірого ґрунту, продуктивність сої.

**Наукова новизна отриманих результатів.** В умовах Львівського Опілля на темно-сірих ґрунтах з'ясовано особливості впливу доз азотного

удобрення на урожай сої сорту Сандра та динаміку агрохімічних показників ґрунту. Встановлено оптимальний рівень мінерального живлення сої, який не пригнічує біофіксацію азоту темно-сірих ґрунтах.

**Практичне значення.** Розроблена система удобрення при вирощуванні сої сорту Сандра забезпечила збір 3,59 т/га зерна з вмістом сирого жиру 17% і сирого протеїну 46% та сприяє покращенню агрохімічних властивостей темно-сірого ґрунту у Фермерському господарстві "КУШПТ".



## Розділ 1

# АГРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ТА ПРОБЛЕМИ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ СОЇ

### (огляд літератури)

#### 1.1. Біологія й поширення посів сої в Європі і в Україні

Соя може відігравати все більшу роль у сталому забезпеченні білка в Європі. Сою вже вирощують у багатьох частинах Європи, включаючи Австрію, Бельгію, Італію, Францію, Нідерланди, Іспанію, Грецію та кілька країн ЦСЄ – Україну, Румунію, Чехію й Молдову. Поки селекціонери виводять продуктивні сорти з достатньо високими врожайми, щоб конкурувати з іншими культурами. Тому, соя може стати відповідною альтернативою доходу для фермерів у інших регіонах [1, 4, 14, 42, 7, 11, 29].

Приблизно 400 тис. га сої вирощують в Європі, а 120 млн. га у Світі. В Європі це становить лише близько 3% того, що населенню потрібно для згодовування тваринам. Ось чому Європа щороку імпортує понад 30 мільйонів тонн сої з Північної та Південної Америки. Але при цьому виникають занепокоєння. Імпортна соя (шрот) стала дійсно дорогою. Викликає занепокоєння є вирубка тропічних лісів, втрати біорізноманіття, забруднення ґрунтів та вод та негативний вплив сої з Америки на дрібних фермерів та корінне населення. Крім того, у суспільстві ведуться дискусії щодо ГМО порівняно з культурами сої без ГМО. Тому вирощування сої без ГМО у Європі викликає великий інтерес [1, 4, 6, 7, 34, 50].

В Україні до 2020 року площі посівів сої зросли практично у 22 рази або до 1 901 тис. га. (рис. 1.1). Найбільше зросли площі сої в лісостепу. Зростання продуктивності сої останніми роками спричинене високим високопродуктивних новітньої селекції (рис. 1.2). В результаті їх

впровадження валовий збір в Україні зріс за останні 20 років до 4,85 млн тонн зерна [1, 4, 6, 32, 36].

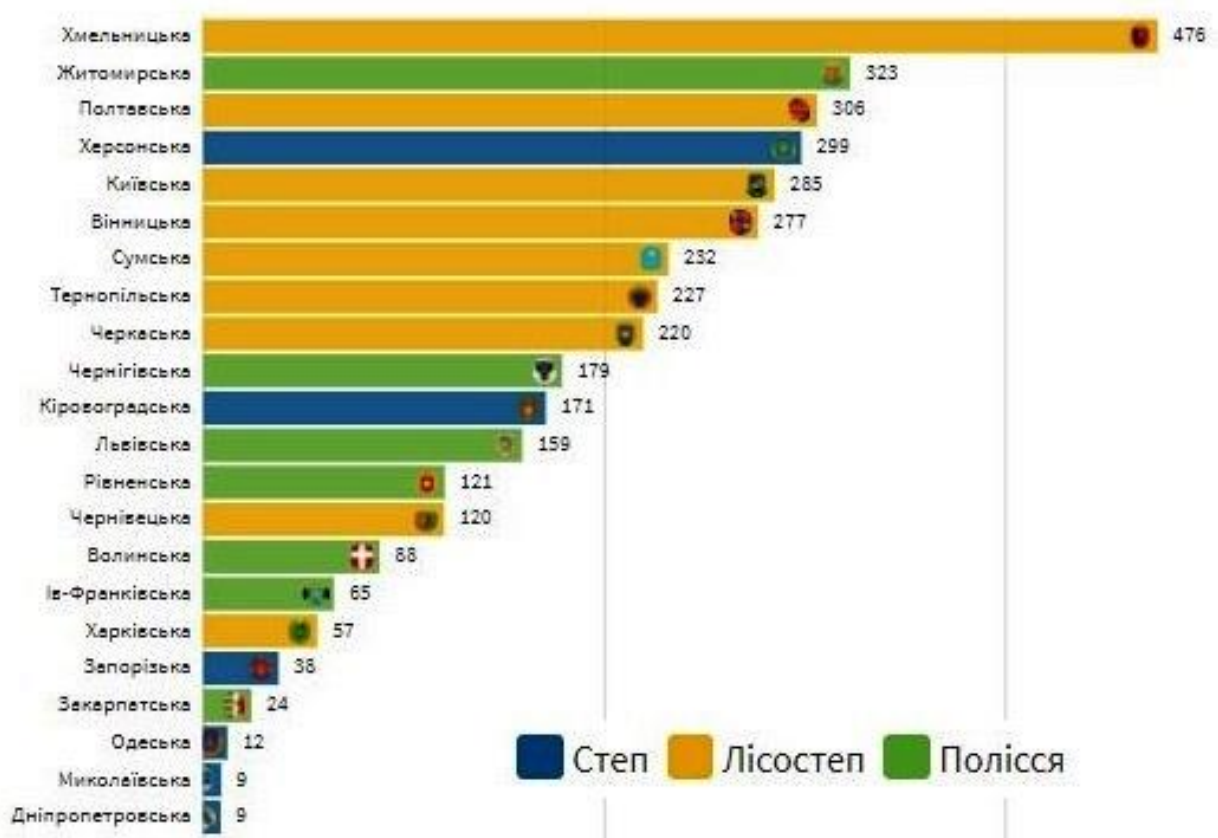


Рис. 1.1. Динаміка посівних площ у природних зонах України за станом на 2019 рік, тис. га (дані Держстатистики, 2020 р.)

У 2016 році в Україні виробництво сої становило біля 4,3 млн т за середнього рівня урожайності 23 ц/га. Такий рівень урожайності вивів Україну на 8 місце в світі серед виробників сої [25, 39].

Вчені працюють над збільшенням врожайності сої. За останні є різні дослідження та ініціативами, присвячені оптимізації та подальшому розвитку європейського виробництва білкових культур, включаючи сою. У Нідерландах співпрацюють над розробкою стратегії вирощування сої з адаптованими сортами високої врожайності. Ця стратегія зосереджена насамперед на збільшенні врожайності з гектара сої, оскільки це все ще є основною відмінністю порівняно з соєю, вирощеною у Північній та Південній Америці [19, 4, 37, 42].

Американський фермер зі штату Джорджія (США) Ренді Дауді у 2016 році встановив світовий рекорд врожайності сої – 11,5 т/га. А на деяких ділянках поля врожайність сягала 15 т/га. Попередній рекорд становив 10,7 т/га і належав американцю Кіпу Каллеру з Міссурі. Цей показник був кращим протягом шести років.

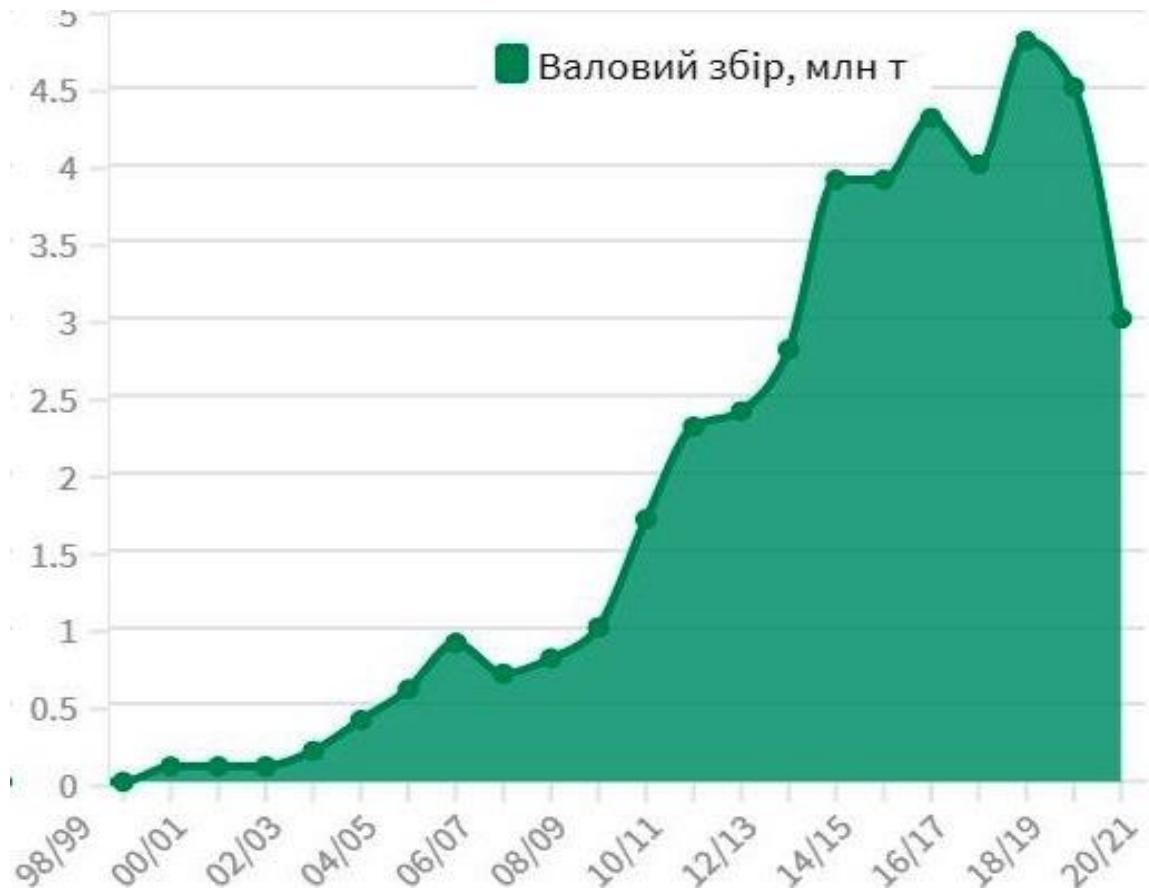


Рис. 1.2. Ріст виробництва зерна сої в Україні, млн. т,  
(дані Держстатистики, 2020 р.)

Коливання урожайності сої в Україні показані на рисунку 1.3 за останні 30 років. Максимуму вона досягла у минулому 2020 році – 2,6 т/га.

Розробляється конкурентна технологія отримання високих врожаїв (принаймні 4 тони з гектара). Тоді буде легше переконати рільників замінити пшеницю та кукурудзу на сою та досягти успіху. Тільки тоді Європа зможе замінити частину імпортової сої її власними сортами [6, 7, 11, 29].

Соя – виняткова за своєю біологією та універсальністю рослина. Це одна з найстаріших харчових рослин, окультурена до 1100 року до нашої ери на північному сході Китаю. Її предком є дикоросла витка рослина, що дає крихітні, тверді зернятка, які є не придатними для їжі, якщо їх не приготувати належним чином.



Рис. 1.3. Коливання урожайності сої в Україні, т/га (дані Держстатистики, 2020 р.).

Соеві посіви досягли західного світу на початку 1700-х років і вперше були вирощені в Північній Америці і до 1804 року основне використання цієї культури – це корм, сіно та сидерати. У 1880-х роках французькі вчені виявили, що соя практично не містить крохмалю, тому її почали використовувати в дієтах з діабетом. Пізніше було визнано його високий вміст білка.

Сучасне використання соєвих бобів різноманітне. На початку 1900-х років в Англії була проведена перша переробка насіння для олії та шроту. Здебільшого соєві боби були маловідомою культурою до Другої світової

війни. Німеччина розробила замітник соєвого масла і замітник м'яса. У США все більшу кількість соєвого шроту використовували як корм для худоби та птиці, особливо після 1945 року, коли споживання м'яса різко зросло. Останнім часом все більша частка виробництва американської сої використовується харчовою промисловістю – у таких продуктах, як маргарин, шорт, морозиво, заправки для салатів та майонез. Промисловість використовує менші обсяги у таких продуктах, як фарба, чорнило, шпаклівка, ущільнювач, шпалери, гумові замітники, клеї, піна для вогнегасника, електроізоляція та бензин. Тепер соєва культура є частиною рослинництва в розвинених країнах.

Після висіву в ґрунт насіння поглинає вологу, змінюючись від менш ніж 13% вологи до приблизно 50% за кілька годин. Через один-два дні перший корінь (званий корінцем) проникає крізь оболонку насіння і починає рости вниз, щоб започаткувати кореневу систему.

Верхня частина молоді рослини (гіпокотіль) починає подовжуватися, витягуючи залишок насіння вгору. Приблизно через п'ять-п'ятнадцять днів після сівби нова рослина проривається з ґрунту і овальне листя (сім'ядолі) розкриваються. Сім'ядолі забезпечують проросток енергопластичними речовинами, які є в ньому, протягом приблизно тижня. Вони незабаром стають зеленими і починають виробляти трохи додаткової поживи шляхом фотосинтезу. Пізніше вони опадають.

Після того, як сіянець вибрався з ґрунту, молоде стебло і перше листя починають швидко рости вгору. Сіянець дуже міцний і морозостійкий. Якщо кінцева брунька (зростаючий кінчик) стебла загине, бічні бруньки візьмуть ініціативу росту на себе [4, 24].

Після появи сходів, протягом перших шести-восьми тижнів, соя нарощує своє стебло, пагони і листя. Перші два листочки, які розвиваються, називають однолистими, тобто лист має єдину плоску пластинку, подібну до листя дерев в'яза або клена. Решта листя трилопатевої, або трійчасті. Тут загальний лист має три відділи, усі вони прикріплені до єдиного «листочка»

або черешка. Після появи перших кількох листків загальний ріст рослини швидко зростає. Якщо рослини віддалені один від одного, більше бічних гілок виросте назовні, щоб захопити якомога більше світла, даючи рослину кущового вигляду. Рослини в густих насадженнях мають тенденцію рости вгору, з невеликою кількістю гілок або без них. Деякі сорти сої мають тенденцію до розгалуження більше, ніж інші. Коли нові верхні листки починають затінювати старі, нижні листя, нижні листя можуть жовтіти і опадати. Це не повинно турбувати, оскільки рослина просто позбавляється від непродуктивного листя [4, 32, 36, 42, 45].

Поки стебло і листя ростуть вгору, коренева система глибше проникає в ґрунт. Спочатку рослина вирощує основний стрижневий корінь, але незабаром бічні корінці відгалужуються, а треті виростають з них. Найглибші коріння можуть сягати до 35-45 см або більше у пухкому, добре дренованому ґрунті, але більшість коренів знаходяться у верхній частині ґрунту.

Молоді корінці починають розвивати кореневі бульбочки протягом тижня після появи сходів, якщо в ґрунті присутні належні азотфіксуючі бактерії. Азотфіксуючі бульбочкові бактерії, які ще називають різобіями, потрапляють у бульбочки і через десять-чотирнадцять днів можуть забезпечити більшість потреб рослини в азоті, якщо бульбочки здорові. За сприятливих ґрунтових умов на верхніх коренях рослини розвинеться кілька десятків бульбочок розміром з горошину. Здорові вузлики будуть рожевими або червонуватими всередині [17, 21, 22, 56, 57].

У типових соєвих рослинах після того, як відросло шість-десять трійчастих листків, починається наступний основний етап у житті рослини – генеративний період. На кожному вузлі стебла розвивається від 3 до 15 квіткових бруньок. Деякі сорти називаються детермінантними і спочатку завершують своє зростання у висоту, потім усі квіти розпускаються приблизно в один і той же час. Зазвичай вони мають висоту від половини до двох третин як невизначені сорти і тому їх часто називають напівкарликами. Квітки сої крихітні і білі, рожеві або фіолетові. Вони нагадують квіти гороху

або конюшини, оскільки соя належить до однієї родини – бобових. Квіти самозапилюються, тобто квітка запліднюється сама, і комахи не зобов'язані переносити пилок з однієї квітки на іншу.

Початок періоду цвітіння прискорюється більш високими температурами. Але головним чинником, що контролює цвітіння, є фотоперіод – тривалість дня. Цвітіння певного сорту починається раніше, коли дні коротші, і пізніше, коли дні стають довшими (якщо рослини вирощують там, де вночі штучне освітлення, вони можуть ніколи не зацвісти). Тому сорти сої об'єднують у 13 груп стиглості залежно від клімату та широти, для якої вони адаптовані [4, 32, 36, 42, 45].

Через один-два тижні після появи перших квіток з'являються перші насіннєві стручки, причому більшість стручків закладається протягом наступних трьох тижнів. Усередині стручка починають рости і розвиватися три (а іноді й чотири) крихітні насіння.

Протягом наступних 30-40 днів насіння швидко запасється продуктами асиміляції, виробленими на листках. Період виповнення насінням є найбільш критичним у житті рослини сої з точки зору врожайності. Якщо несприятливі погодні умови, такі як стрес від посухи або втрата листя від граду, врожайність буде сильно знижена. В цей час рослина забирає з ґрунту від 30 до 40% загальної потреби в мінеральних речовинах, тому родючість ґрунту і ресурс добрив маю бути найвищими.

Після того, як більшість зернин виповнюється, активність росту рослини сповільнюється досить швидко (так зване старіння). Листя уповільнює свій фотосинтез і починає жовтіти, з часом опадаючи. Кореневі бульбочки перестають виробляти азот [45, 50].

Новоутворене зерно містить близько 90% вологи. У міру заповнення насіння пластичними речовинами вміст вологи зменшується приблизно до 60-65%. Коли насіння дозріває (заповнюється), вологість становить 45-55%, а стручки та стебла рослини жовті або коричневі. Саме зріле зерно також буде повністю жовтим, коли воно дозріє (якщо це сорт жовтого насіння).

У теплу і суху погоду вологість насіння продовжуватиме падати приблизно до 13-14%, коли урожай можна буде його збирати. У деяких сортів вмираючі рослини мають тенденцію до проростання насінин, що ускладнює збирання врожаю, а в деяких сортах стручки мають тенденцію до розколювання (руйнування), скидання насіння та зменшення врожаю.

Оскільки насіння сої втрачають вологу, вони змінюються величину від форми нирки до меншої і майже округлої. Після висихання насіння містить близько 40% білка, 21% олії, 34% вуглеводів і 5% золи.

Культура сої є дуже вигідною у виробництві. За прибутковістю виробництва вона не поступається соняшникові. У 2020 році рівень рентабельності соєвого зерновиробництва в Україні становив 50%, тоді як соняшнику – 60%.

## **1.2. Особливості азотфіксації сої та засвоєння мінеральних солей**

Крім того, що соя має атмосферне джерело азоту, вона може поглинати його, як правило, в нітратній формі із ґрунту або добрив. Кількість загального асимільованого азоту у пагонах пропорційна врожайності зерна сої, від фіксації азоту, або від поглинання азоту. Достатня наявність азоту дуже важливо для вирощування сої. Підтримання високої та тривалої активності фіксації азоту дуже важлива для високого врожаю сої. Однак, внесення хімічних азотних добрив зазвичай пригнічує утворення бульбочок і фіксацію азоту. Нітрат при прямому контакті з вузликвою частиною коренів спричинює сильне пригнічення росту бульбочок і фіксацію азоту, хоча віддалена частина бульбочок від контакту з нітратами не має впливу або має невеликий ефект. Глибоке внесення азотних добрив із повільним вивільненням, наприклад карбаміду або кальцієвої селітри сприяло росту та врожайності і якості зерна сої без пригнічення фіксації азоту [3, 5, 8, 9, 10].



Існують припущення, що надходження азоту із симбіотичної фіксації  $N_2$  не завжди є достатнім для максимального збільшення врожаю зерна сої [16, 17].

Існує багато факторів, що впливають на фіксацію азоту сої та реакцію на внесені азотні добрива. Вчені повідомляють [13, 24], що рН ґрунту, температура та вологість впливають на реакцію сої на внесені азотні добрива.

Азот є одним з основних поживних речовин, необхідних для росту та розвитку сої. Рослини сої отримують азот з трьох джерел [3, 14, 15]:

- 1) азот, отриманий з біологічної фіксації  $N_2$  кореневими бульбочками;
- 2) потребу в азоті сої можна задовольнити ґрунтовим азотом [8];
- 3) потребу в азоті сої можна задовольняти комбінованим способом змілим внесенням добрив.

Високий рівень ґрунтового азоту пригнічує симбіотичну фіксацію  $N_2$ . За цих умов ґрунт забезпечує більшість потреб рослини в азоті [17]. І навпаки, фіксація  $N_2$  забезпечує більшість потреб рослини в азоті в умовах низького вмісту азоту в ґрунтах. Для максимального врожаю сої необхідно використовувати обидва біологічних –  $N_2$ -фіксацію та поглинання азоту корінням сої [5, 6, 20, 21, 22].

Азотні добрива, внесені під сою, повинні задовольняти потреби рослин у азоті під час розвитку сходів до утворення бульбочок, що має вирішальне значення для стартового росту та розвитку сої [5, 7]. Вчені [8] повідомляють, що фіксація  $N_2$  почалася через 14 днів після сівби, якщо були оптимальні температури та волога. Тому невелика кількість азотних добрив при сівбі може бути корисною для раннього вегетативного росту. У дослідженні низки авторів [9], було зазначено, що азот, внесений перед посівом, був корисним для росту сої, враховуючи, що бульбочки на коренях сої утворилися щонайменше через дев'ять днів після появи сходів сої. Крім того, азотні добрива в рядки можуть подавати азот рослинам, поки біологічна фіксація  $N_2$  не розпочнеться кореневими бульбочками [10].

Багато дослідників широко вивчали вплив азотних добрив на врожай зерна сої. Застосування припосівного внесення азоту спрямоване на забезпечення сої легкодоступним ґрунтовим азотом під час розвитку проростків. Було показано, що воно збільшує врожайність зерна сої [10]. Однак азотні добрива під час сівби можуть зменшити  $N_2$ -фіксацію сої та її врожайність [11].

Результати попередніх дослідників були суперечливими. Вчені [13] повідомлялося, що азотне підживлення не впливає на висоту рослин сої, масу живих пагонів, площу листя і врожайність зерна. Однак дослідження [13] для сої, що розміщена за кукурудзою показало, що врожайність зерна та ріст рослин були вищими, коли азотні добрива вносилися як підживлення. Крім того, їх дослідження показало, що раннє внесення стартових азотних добрив мало значний вплив на врожай зерна сої. На додаток до врожаю зерна сої, стартове азотне добриво збільшило висоту рослин та біомасу у дослідженні [13]. Дослідники [14] зазначив, що велика кількість азотних добрив значно збільшила врожайність зерна сої на зрошуваних та богарних землях, а фіксація  $N_2$  може обмежити врожайність зерна сої, вирощеної як у зрошуваних, так і на богарних землях на півдні США. Польові експерименти, [15] показано, що густина 45 рослин на  $m^2$  і низький рівень старту азотних добрив ( $40 \text{ kgN/га}^{-1}$ ) були оптимальними і збільшили врожайність зерна сої в умовах їх експерименту. Дослідження, проведені в прохолодних умовах показали, що низькі норми ( $<15 \text{ kgN/га}^{-1}$ ) стартового азотного добрива при сівбі збільшувало врожайність зерна сої порівняно з відсутністю застосування азотних добрив [16].

Дослідники визначили вплив азотних добрив на врожайність зерна сої, однак результати були різними. Про вплив азотних добрив на бульбочки коренів сої повідомляється досить широко. Однак мало відомостей про вплив підживлення азотних добрив на фотосинтез листя, активність коренів та їх зв'язок із врожайністю зерна. Потрібна більш конкретна інформація про те, як азотні добрива впливають на врожай зерна сої. Фотосинтез є основним

шляхом для вироблення сухих речовин рослинами, і, за оцінками, 75–95% сухої маси врожаю походить від фотосинтезу [17]. Азот, отриманий із добрив у цьому дослідженні, ймовірно впливає на активність коренів сої, фотосинтез листя, а отже, і на врожайність. Дослідження взаємозв'язків між активністю коренеплодів, параметрами фотосинтезу та врожаєм зерна сої (не інокульованим), з акцентом на реакції активності коренів, фотосинтез листя на стартову норму азотних добрив.

Оскільки соя може діставати з атмосфери свій власний азот, фермери традиційно використовували підхід до «удобрення» під час внесення добрив. Виняток становлять поля, які не були нещодавно посаджені під сою, і в цьому випадку було використано насіннєвий "інокулянт" бактерій ризобії. Це був успішний підхід протягом більше півстоліття [21, 22, 56, 57].

Керівні принципи формування врожаю сої змінюються, щоб врахувати збільшення попиту азоту з боку сої з більшою врожайністю. Потреби азоту у сьогоdnішніх врожайних сортах сої, джерела постачання азоту культурі та про те, чи можуть бути потрібні азотні добрива для досягнення максимальних врожаїв сої.

Фіксація азоту забирає значну кількість енергії у вигляді цукрів, що утворюються в результаті фотосинтезу в рослинах. Оцінки кількості енергії, яку це вимагає, знаходяться в широкому діапазоні, але можуть бути близько 10% енергії, захопленої при фотосинтезі, принаймні протягом частини сезону. Оскільки фотосинтез також забезпечує зростання і врожайність, здається логічним, що врожай може бути не в змозі виробляти достатню кількість цукру для обходу, особливо при високих рівнях врожайності, і що або врожайність постраждає, або фіксація азоту буде зменшена.

Вчені пояснюють, що розглядають питання про внесення азотних добрив у різних нормах. Дослідження передбачають застосування сечовини, в деяких випадках з інгібітором уреаз, що повільно вивільняє азот протягом середини сезону, зазвичай у липні. Великий інтерес є до ідеї використання азотних добрив під час вегетації для збільшення врожайності сої.

Рослини сої виробляють бульбочки, коли коріння заражені бактеріями *Bradyrhizobium* на початку сезону. Бактерії, що ростуть всередині цих бульбочок, живляться цукрами, що надходять з рослини. В одному з найдивовижніших подвигів у природі ці бактерії здатні розірвати дуже міцний хімічний зв'язок між атомами азоту в атмосферному газі азоту (газ азот становить близько 78% повітря, але в цій формі інертний [21, 22, 56, 57]).

Урожайна соя має високу потребу в азоті. Врожай забирає з ґрунту близько 75% цього видаляється зібраним врожаєм. На родючих ґрунтах фіксація азоту забезпечує від 50 до 60% азоту, необхідного для врожаю сої. Невелика кількість азоту надходить від атмосферних опадів, в тому числі частина розщеплюється блискавкою. Решта надходить із ґрунту, або того, що залишилося від удобрення попереднього врожаю кукурудзи, або від розкладу ґрунтової органіки, здійсненої ґрунтовими мікробами.

Ґрунти часто містять більше азоту, ніж ми уявляємо, особливо за хороших умов мінералізації, які також є хорошими умовами вирощування. Можливо також, що ми насправді не розуміємо фотосинтетичної здатності соєвих бобів у польових умовах, і що наше припущення про те, що врожайність обмежена показниками фотосинтезу, коли рослина також фіксує власний азот, є просто неправильним.

Звичайний сигнал про дефіцит азоту в сільськогосподарських культурах – світло-зелене листя – рідко зустрічається у рослин сої під час зав'язування стручків та заповнення насіння, якщо культура не зазнає тривалого стресу від посухи. В кінці наливу зерна листя починає мобілізувати свій азот у міру розщеплення хлорофілу та фотосинтетичних білків, і значна частина цього азоту переміщується до стручків та у зерно у міру припинення фотосинтезу. Якби був спосіб отримати більше азоту в листя на початку цього процесу, можливо, можна було б довше зберегти фотосинтез і перемістити більше матеріалу в насіння. Але зрозуміло, що послідовно зробити це буде важко, особливо за умов непередбачуваного водопостачання. У сухих умовах запізнілої вегетації більша частина азоту,

який ми вносимо, не потрапляє в рослину, але залишається в ґрунті і стане частиною мобільного пулу ґрунтового азоту, який потрапляє восени під наступні культури.

Дослідження показують, що використані норми азоту, які далеко економічно не вигідні та екологічно не безпечні. Це чітко показує, що:

Внесення азоту з мінералізації та фіксації органічних речовин у ґрунті не достатньо для того, щоб повністю задовольнити потребу сої в азоту, особливо на ґрунтах з високою родючістю.

Реакція врожайності на великі кількості азотних добрив була малопомітною і залежала від рівня врожайності.

Концентрація білка в насінні збільшилася з додаванням азотних добрив.

Оскільки врожайність сої продовжує зростати, внесення азоту буде набувати все більшого значення. Отже, майбутні дослідження повинні бути спрямовані на: 1) пошук агрономічних методів, які можуть "розірвати" проблему внесення N добрив та фіксацією N<sub>2</sub>.

Теперішні фермери культивують сою за інтенсивною технологією, що зобов'язує забезпечити оптимальне живлення фосфором і калієм, гармонізацію біоазоту з мінеральним, а також внесенням мікроелементів та регуляторів росту [57].

### **1.3. Планування мінерального удобрення для високого урожаю і якості зерна сої та збереження родючості ґрунтів**

На один центнер зерна соя вибирає з ґрунту 9 кг азоту, 4 кг фосфору і 2,5 кг калію. Для отримання гарантованих високих врожаїв вчені переважно рекомендують внесення 20-25 т/га гною і повне мінеральне добриво нормою N<sub>30-45</sub> P<sub>60-90</sub> K<sub>45-60</sub> [3, 5, 8-11, 24, 25].

Рослини можуть використовувати тільки амонійну або нітратну форму азоту. Соя є бобовою рослиною, які зазвичай повинні забезпечувати себе

адекватною кількістю азоту через симбіотичні процеси з азотфіксуючими бактеріями виду *Bradyrhizobium japonicum* [21, 22, 56, 57]. У цьому симбіотичному зв'язку рослина постачає бактеріям вуглеводи та мінерали, а бактерії перетворюють азотний газ з атмосфери в амонійний азот, що використовується рослиною.

Найефективніше активні види азотфіксуючих бактерій слід вносити в ґрунт шляхом інокуляції насіння, або в припосівне підживлення. Азотфіксуючі бактерії притягуються до коренів сої хімічними сигналами від кореня у вигляді флаваноїдних сполук. Потрапляючи на кореневі волоски, кореневі виділення зв'язують бактерії з клітинною стінкою корневих волосків. Бактерія виділяє хімічну речовину, яка викликає скручування і розтріскування кореневого волосся, дозволяючи бактеріям проникнути всередину клітини і почати змінювати структуру рослинної клітини з утворенням бульбочок (рис.1.4).



Рис. 1.4. Утворення бульбочок з азотфіксуючими бактеріями на коренях сої.

Бульбочки ще називають бактероїдами. Кожен бактероїд насичений поживними речовинами з рослини-господаря, і він бере газ  $N_2$  з ґрунтового повітря і перетворює його в амонійний азот за допомогою ферменту нітрогенази. Він складається з одного білка на основі Fe-Mo (залізо-молібден) та двох білків на основі Fe (залізо). Залізодефіцитний хлороз може свідчити про погану перспективу утворення бульбочок [16, 17, 21-23].

Якщо сою культивують на полі вперше, насіння потрібно обробити препаратами *Bradyrhizobium japonicum* (інокулятом сої). Можуть бути використані кілька типів інокулятив: на основі торфу, рідкої або гранульованої речовини [17, 21, 22, 56, 57].

Для обробок на основі торфу та рідкої основи всі зерна повинні бути прикріплені до нього при попаданні в ґрунт. Інокулянти на основі торфу можуть відділятися від насіння, якщо їх не нанести з відповідним липким матеріалом. Рідини можуть бути погано відкалібровані і можуть не потрапити на все насіння, якщо внесення не проводиться обережно. Навіть використання гранульованих інокулянтів може мати проблеми з виконанням, якщо посівне обладнання погано відкаліброване. Якщо раніше поле було засіяне соєю, а бульбоутворення було ефективним, ймовірність того, що інокуляція буде економічно ефективною менша.

Дослідження для визначення скільки бактерій *Bradyrhizobium* на грам ґрунту потрібно для адекватного утворення бульб та врожаю було багато. Поля, на яких не було сої, зазвичай мали від нуля до 10 цих бактерій на грам. Поля, де соя вирощувалась раніше, зазвичай мали від 150 до 250 цих бактерій на грам.

Ґрунти заходу України зазвичай мають різний вміст фосфору. Методом встановлення запасу рухомого фосфору ґрунту, який використовується в рекомендаціях, є метод Чірікова або Кірсанова. Урожайність сої позитивно збільшується за внесення фосфорних добрив, якщо запаси в ґрунті низькі. Багато посів сої висівають зерновими сівалками та пневматичними сівалками для вузькорядної сівби сої, і багато фермерів вважають за краще вносити фосфорне добриво в рядки з насінням. Загальновідомо, що вищі врожаї сої в середньо- та низько забезпечених фосфором ґрунтах під час внесення фосфорних добрив зростали. На багатих фосфором ґрунтах реакція сої була менш виразною.

Там, де врожайність сої була збільшена за допомогою фосфорного удобрення, добрива вносили суцільним способом. Стрічковий внесення

фосфору є найбільш ефективним, якщо відбувається відділення стрічки насіння і стрічки добрива. Отже не слід вносити фосфорні добрива з насінням.

Де сою вирощують по чергово з кукурудз фосфорне добриво зазвичай вносять під кукурудзу. Ця практика, як правило, забезпечує хороші переваги для сої та кукурудзи, оскільки рівень фосфатів у ґрунті найчастіше знаходиться у “високому” діапазоні.

Інокулятори з фосфатів стають все популярнішими у виробників сої на нейтральних ґрунтах. Переважаючими інокулянтами є препарати з гриба *Penicillium bilajii*, розробленого для комерційного використання близько 20 років тому. За словами розробника, гриб виводить кислоту зі своїх гіф. Кислота може вивільняти фіксований фосфор і з “заблокованого” фосфору у ґрунті живляться рослини. Руйнується карбонатні сполуки, які присутні у ґрунтах і блокують фосфати [17, 21, 22, 56, 57].

Потреби в калії у сої нижчі, ніж у кукурудзи. Однак у сівозміні кукурудзи та сої важливі удобрення калієм для підвищення рівня поживних речовин. Хоча критично низький рівень калію у ґрунті трапляється рідко. Тому додавання калійних добрив рекомендується усюди. Особливо на легких ґрунтах калій слід вносити.

Сезонне застосування позакореневого підживлення азотом, фосфором та калієм є популярним заходом серед фермерів. Фізіологи сої вказують, що концентрація поживних речовин у соку рослин сої зменшується після початку утворення стручків. Зменшення активності бульбочок після ініціації стручків спонукало дослідити позакореневе підживлення, щоб доповнити зменшену активність бульбочок.

Випробування позакореневого удобрення проводилися в районах вирощування сої протягом останніх 40 років. Однозначних результатів дослідники не отримали, тому експерименти продовжуються. Збільшення врожайності під час позакореневого застосування азоту, фосфору та калію були пов'язані з низькою доступністю поживних речовин у ґрунті.



Соя потребує сірки для нормального росту та розвитку. Соя використовує та отримують доступну сірку краще, ніж ріпак, зернові та кукурудза. Аналізи ґрунту на вміст сірки є не надійним критерієм діагностики потреби культур у сірці. Кращою стратегією удобрення сіркою є знання місцевих ґрунтів та аналіз попередників, що показують чи може сірка знадобитися як добриво. Якщо ґрунти суглинкові і структурні, а осінній сезон був вологим, снігопади були нормальними, весна була вологою перед сівбою, застосування сірковмісних добрив може бути ефективним.

Близько 5% заліза міститься у ґрунтах. Однак рослинам доступна лише маленька частка. На жаль, як тільки іон заліза піддається впливу кисню, він окиснюється до окисленого Fe ( $\text{Fe}^{3+}$  або тривалентного заліза). У сої Fe потрібний у рослині від проростання аж до першого однопластинкового листка. Коли з'являється перший трійчастий лист, залізо стає нерухомим у рослині, і його необхідно постійно вбирати протягом сезону, щоб уникнути його дефіциту. Стратегія сої для поглинання Fe починається з того, що коріння сої підкисляють ґрунтове середовище безпосередньо навколо кореня сої. Кисле середовище ґрунту необхідне для активності білка, що відновлює залізо, який виділяє корінь сої. Якщо корінь залишається кислим, білок, що відновлює залізо, окиснює залізо і відновлює його до розчинного двовалентного заліза, роблячи його доступним для рослини.

Вчені довели, що частка впливу добрив на урожай сої становить біля 30-50%, а на приріст урожаю становить 45-75%. Водночас, на їх внесення йде приблизно 20-30% технологічних затрат на вирощування основних культур [5, 8, 10, 38, 50, 52, 54, 67, 60, 51, 39].

Окрім використання сої, як кормової і продовольчої компоненти, культивування цього виду має важливе агрономічне значення у підвищенні родючості ґрунту [20, 35, 36].

Робимо висновки з аналізу літератур, що аспектам впливу доз мінерального удобрення на урожай і якість зерна сої приділяється значна

увага. Проте літературні дані містять суперечливі аргументи щодо рівня ефективності мінерального удобрення сої. Питанню удобрення сої в умовах Львівського Опілля присвячено зовсім мало досліджень. Тому метою нашої кваліфікаційної роботи було виявлення впливу доз мінерального удобрення сої на темно-сірих опідзолених ґрунтах ФГ «КУШПІТ»

## Розділ 2

### УМОВИ ЛЬВІВСЬКОГО ОПІЛЛЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Характеристика і спеціалізація фермерського господарства "КУШПІТ"

Фермерське господарство (ФГ) "КУШПІТ" засноване 1993 року (код ЄДРПОУ 20789515) за адресою: село Ременів, Кам'янка-Бузький р-н, Львівська обл., 80460, Україна. Директором господарства є Кушпіт Павло Борисович.

Основним видом діяльності Фермерського господарства "КУШПІТ" є 01.11 – вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, а також змішане сільське господарство, вирощування інших однорічних і дворічних культур, оптова торгівля зерном, насінням і кормами для тварин, допоміжна діяльність у рослинництві, післяурожайна діяльність.

Село Ременів, Кам'янка-Бузького рану розташоване в Львівському Опіллі неподалік Львова і Кам'янки-Бузької.

Опілля – це територія на північному заході Подільської височини, в межах Львівської, Івано-Франківської і Тернопільської областей (рис. 2.1) [52]. Сприятливі природні умови та вигідне географічне положення Опілля зумовили швидке освоєння його території. Тут виникали землеробські поселення трипільської культури. Слово “опілля” – давньоруського походження, яким називали безлісі або мало лісисті рівнини з родючими ґрунтами, розташовані в межах західного лісостепу, які використовували як орні землі – поля, опілля. Населені пункти розросталися, освоювали нові території, у землеробство залучалися схили опільських горбів. Антропогенне навантаження на ландшафти Опілля зростало. Лісостепова рівнина в

околицях міста Львова саме так і отримала свою історичну назву – Львівське Опілля.



- Західна провінція. Воднольодовикова рівнина, ґрунтоутворюючі відкладення підстилаються крейдяними породами; підвищена вологість.
- ЛСз** Район Львівського Опілля. Західноукраїнський край. Зона широколистяних лісів
- ◇** Місце розташування господарства.

Рис. 2.1. Фізико-географічне положення господарства ФГ "КУШПТ" [52]

Згідно фізико-географічного районування України О. М. Маринича і В. П. Попова, Опілля знаходиться в межах південно-західної частини Східноєвропейської рівнини, Західноукраїнської зони лісостепу в області Розточчя і Опілля. За “Удосконаленою схемою фізико-географічного районування України” (рис. 2.1) [28]. Опілля знаходиться у межах південно-західної частини країни Східноєвропейської рівнини, у Західноукраїнському краї зони широколистяних лісів, у Розточько-Опільській горбогірній області.

Фермерське господарство «КУШПТ» має достатні технічні можливості для нарощування продуктивності сої шляхом удосконалення окремих технологічних елементів, в першу чергу систему удобрення, що і стало предметом нашого дослідження.

## 2.2. Кліматичні норми і погода в роки проведення досліджень

Фермерське господарство (ФГ) "КУШПІТ" згідно агрокліматичного районування [28, 52] знаходиться в зоні Львівського Опілля (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Розташування Фермерського господарства "КУШПІТ" у Львівському Опіллі

Згідно з агрокліматичним районуванням України Львівське Опілля належить до достатньо вологої, помірно-теплої агрокліматичної зони [28, 52].

Клімат Опілля помірно-континентальний атлантичного типу, з м'якими зимами і помірнотеплим літом, без посух. Середньорічна величина сумарної сонячної радіації для Опілля становить 95 ккал/см<sup>2</sup>. Радіаційний баланс території додатній і в середньому за рік становить 40–45 ккал/см<sup>2</sup>.

Атмосферна циркуляція Опілля відзначається зміною протягом року морських атлантичних, континентальних та арктичних повітряних мас. Переважає західний перенос повітря, який зумовлює панування вітрів північно-західних і південно-західних напрямів (зокрема літом спостерігаються переважно західні і північно-західні, а восени і взимку – південно-східні вітри) (рис. 2.3). За рік найбільшу повторюваність мають вітри західних румбів – понад 150 випадків. Середня швидкість вітру взимку становить 4 м/с, а влітку – 2 м/с [54].

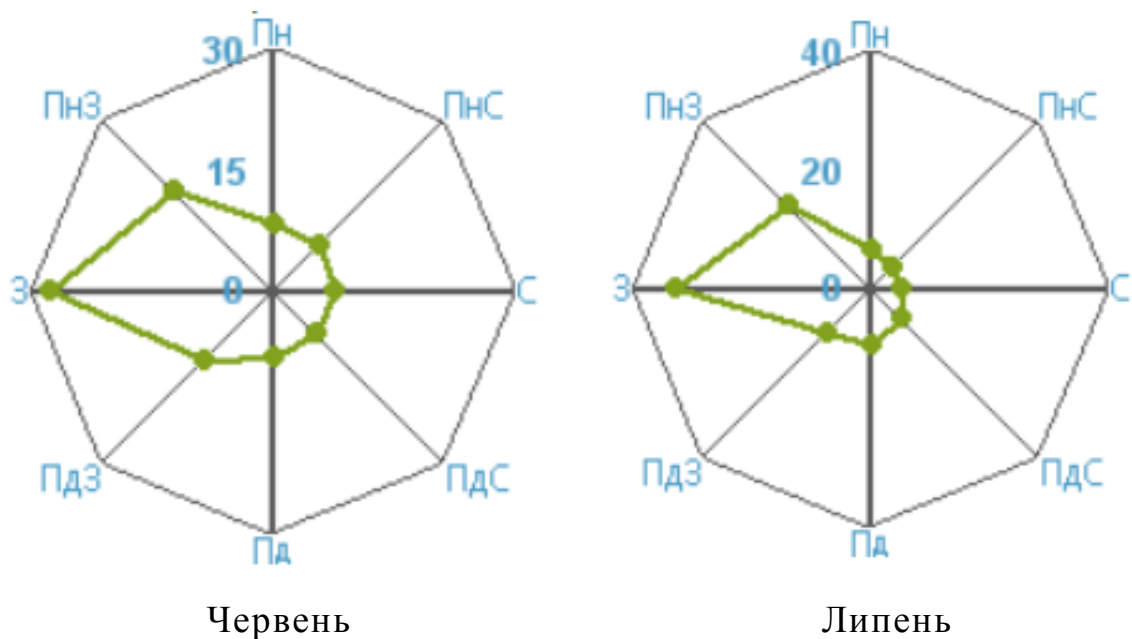


Рис. 2.3. Середня повторюваність напрямку вітрів у червні-липні за даними метеоспостережень від 1889 року Метеостанції м. Кам'янка-Буська, % [54].

Середня багаторічна температура повітря у Городоцько-Щирецькому природному районі становить 7,6–7,9°C. Найхолоднішим місяцем року є січень, із середньою багаторічною температурою повітря –3,8 – –3,9°C на заході Опілля. Найтепліший місяць – липень з середніми температурами повітря 18,4–18,8°C у Львівському Опіллі. Для літніх місяців властиві незначні амплітуди температури – 0,8–2,0°C. З вересня середньомісячна температура повітря починає зменшуватися. Абсолютний мінімум

температури на території Львівського Опілля спостерігаємо в лютому і становить  $-34 - -35^{\circ}\text{C}$ .

Абсолютний максимум температури припадає на липень Львівському Опіллю у  $35-36^{\circ}\text{C}$ . Взимку на цій території спостерігаються часті відлиги, які інколи з грудня по лютий тривають 45–50 днів (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Середня місячна температура повітря за даними метеоспостережень від 1889 року Метеостанції м. Кам'янка-Буська,  $^{\circ}\text{C}$  [54].

Сума позитивних середньодобових температур (вище  $0^{\circ}\text{C}$ ) становить  $3035-3150^{\circ}\text{C}$ . Сума температур вище  $+5^{\circ}\text{C}$  сягає  $2900-3010^{\circ}\text{C}$ . За вегетаційний період (температура вище  $+10^{\circ}\text{C}$ ) сума активних температур становить у Львівському Опіллі  $2515-2625^{\circ}\text{C}$ . Перехід середньодобових температур вище  $0^{\circ}\text{C}$  тут відбувається 6–9 березня. Вегетаційний період із середньодобовою температурою  $+10^{\circ}\text{C}$  настає 24–25 квітня. Зворотній перехід середньодобових температур нижче  $+10^{\circ}\text{C}$  спостерігається 2–8 жовтня, нижче  $+5^{\circ}\text{C}$  – 2 листопада.

Вегетаційний період ( $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) триває від 158 до 165 діб у. Останні весняні заморозки в повітрі спостерігаються в кінці квітня – на початку травня, а перші осінні заморозки починаються у перші дні жовтня. Ґрунти території дослідження промерзають не довше, ніж на

3 місяці, глибина промерзання становить у середньому 40 см. В окремі роки ґрунти не промерзають зовсім.

За багаторічними даними, середня річна сума опадів становить 665–778 мм за рік. Найменше опадів випадає в січні – 31–40 мм. Найбільше опадів припадає на липень – в середньому 90–100 мм. За теплий період року (квітень-жовтень) випадає більше двох третіх річної суми опадів – 450–550 мм, за холодний період (листопад-березень) – 140–220 мм. Гідротермічний коефіцієнт для Опілля становить 1,5–1,8. Коефіцієнт зволоження – 1,6–1,8. Це свідчить про формування промивного водного режиму, який сприяє розвитку елювіальних ґрунтових процесів (вилуговування ґрунтової товщі від карбонатів, опідзолення).

Опади в межах Опілля випадають рівномірно і мають слабку інтенсивність, тобто, за 1 раз шар опадів становить менше 10 мм. Інтенсивність дощів із шаром більше 10 мм у весняно-літній період становить 2–5 разів на місяць. Зливові дощі, які найбільше сприяють розвитку ерозійних процесів, найчастіше бувають з кінця травня по серпень. Максимальна кількість опадів, що випадає за одну зливу, може становити 160–180 мм.

Сніговий покрив на території дослідження встановлюється на початку третьої декади листопада, стійкий – наприкінці грудня – на початку січня. Руйнування снігового покриву починається на початку березня, а сходить сніг в останні дні березня (на заході) – перші дні квітня (на сході). Число днів з сніговим покривом становить 81–86 на рік. В окремі роки сталого снігового покриву не буває. Середня висота снігового покриву становить 15–18 см.

Завдяки підвищенню суми температур за достатніх опадів упродовж вегетації виникла можливість вирощувати сою в північному Лісостепу, адже, соевий пояс змістився на північ України.

Метеорологічні умови території Фермерського господарства «КУШПІТ» є сприятливими для формування високої врожайності сої (рис. 2.1 і рис. 2.2, рис. 2.5).





Рис. 2.5. Середня багаторічна місячна і максимальна кількість опадів (мм) за даними метеоспостережень Метеостанції м. Кам'янка-Бузька [54].

Літні місяці 2020 і 2021 років мали температурні показники близькі до середніх багаторічних (рис. 2.6). Такі метеорологічні умови сприяли нормальному розвитку сільськогосподарських культур, зокрема сої, проте кожен рік мав свої відмінності.

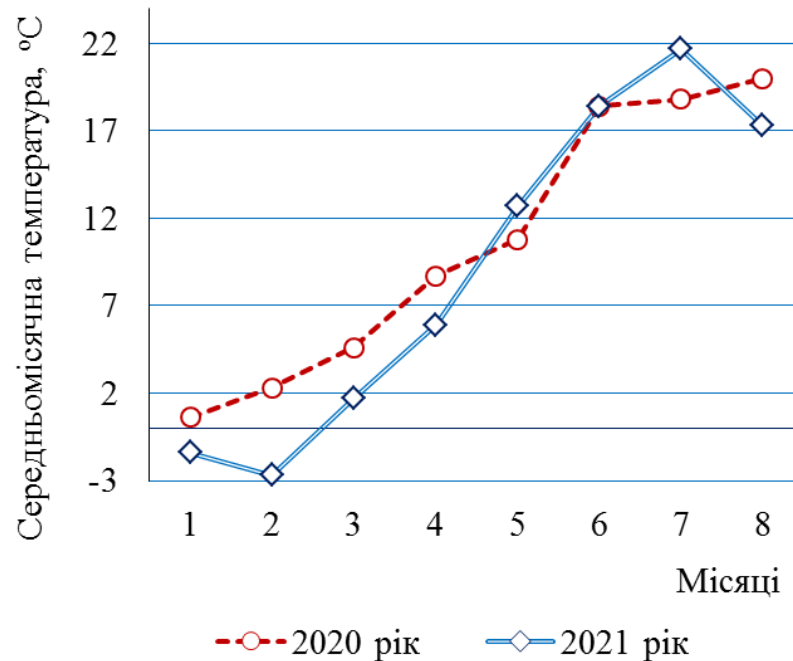


Рис. 2.6. Середньомісячна температура повітря вегетаційних періодів 2020 і 2021 років (метеостанція м. Кам'янка-Бузька) [54].

Так 2020 рік мав теплішу зиму та початок весни, але прохолодніше літо. Це підтверджено графіками на рисунку 2.6 та рисунку 2.7. Тому середня температура 2020 року була  $11,0^{\circ}\text{C}$ , а 2021 року –  $9,6^{\circ}\text{C}$ , а середня максимальна відповідно  $23$  та  $22,5^{\circ}\text{C}$ .

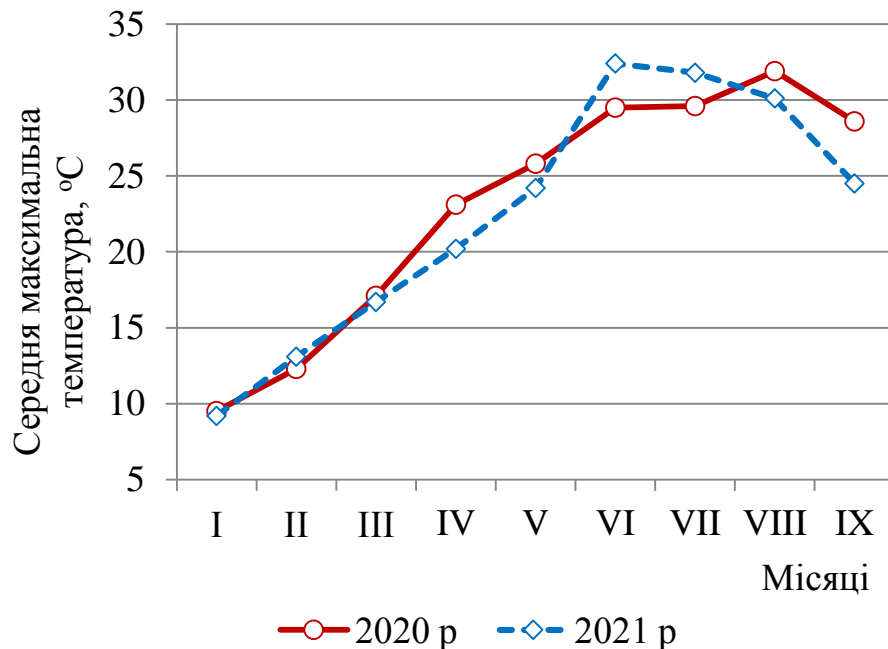


Рис. 2.7. Місячна максимальна температура повітря у 2020-2021 роках (метеостанція м. Кам'янка-Буська) [54].

Весняні місяці 2020 року мали стрімкішу динаміку максимальних і мінімальних температур повітря весною, порівняно з 2021 роком (рис. 2.8). Середня місячна мінімальна температура повітря у 2020-2021 роках становила відповідно  $-2,6$  та  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Загалом бачимо, що 2020 рік був теплішим та сприятливим для росту й розвитку сої.

Весна 2020 року була менше дощовою (рис. 2.8), ніж у 2021 році, але теплішою. Сою у 2020 році сіяли раніше, ніж у 2021. Температура повітря літніх місяців була в межах багаторічних показників, але випала значно менша кількість опадів, порівняно з 2021 роком. Соя вельми вологолюбна культур і це вплинуло на її продуктивність. Осінні місяці були однаково теплими, але надмірно вологими у 2021 році. Це затягнуло збирання врожаю.

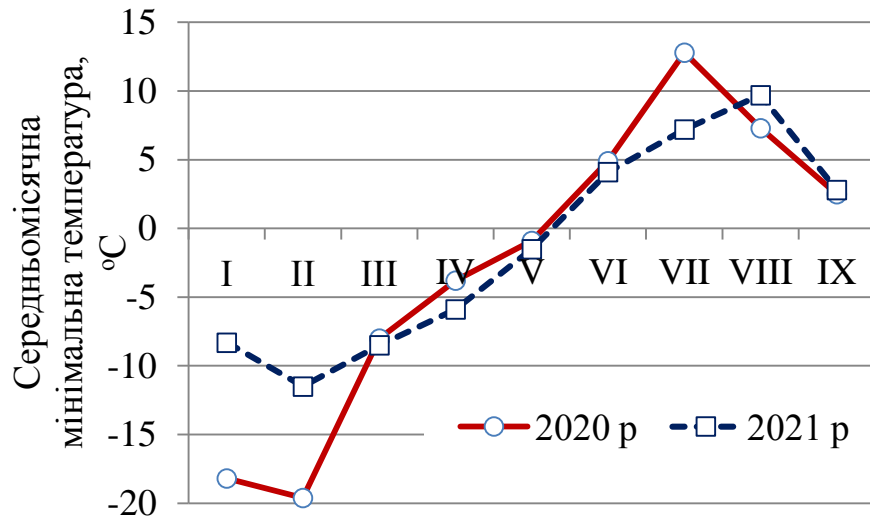


Рис. 2.8. Місячна мінімальна температура повітря у 2020-2021 роках (метеостанція м. Кам'янка-Буська) [54].

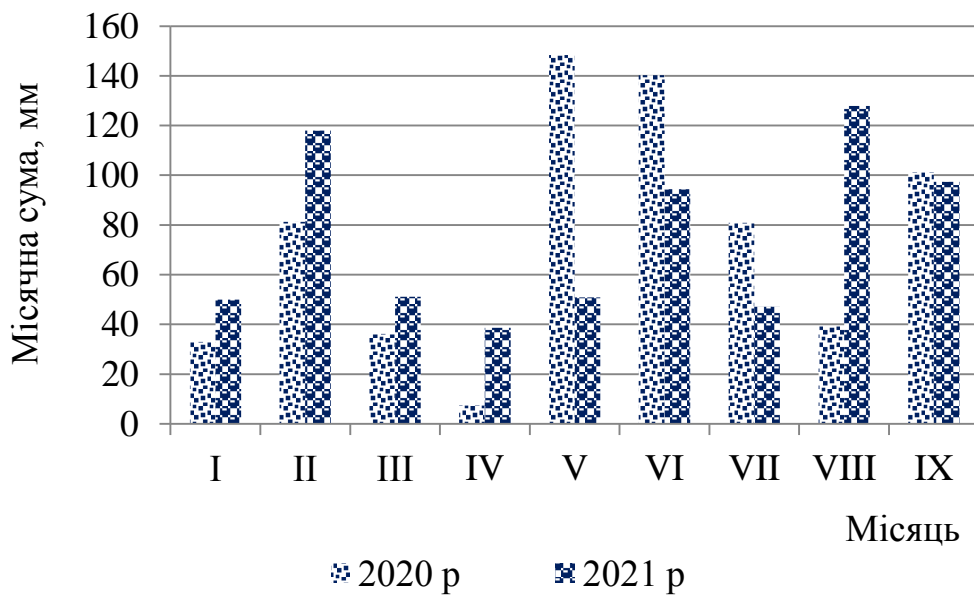


Рис. 2.9. Кількість опадів упродовж до завершення вегетаційного періоду сої у 2019 і 2020 роках (за даними метеостанції м. Кам'янка-Буська), мм [54].

Загалом за квітень-вересень 2020 року сума опадів сягнула 668 мм, у 2021 році у цей же період випало 675 мм. Накопичення запасів вологи в ґрунті відбулося у зимові місяці та весняні, які були вологішими у 2021 році. Загалом метеоумови вегетаційного періоду 2020 року були дещо кращими за середньобогаторічні і сприятливішими за 2021 рік, для нормального росту і розвитку зернової сої.

### 2.3. Опис темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту

Згідно агроґрунтового районування території України Фермерське господарство «КУШПТ» є зоні Львівського Опілля. Екоумови ґрунтоутворення в природних районах Опілля мають низку відмінностей. Окрім того, антропогенна діяльність спричинила трансформацію ґрунтових процесів, скорегувала їхню спрямованість і швидкість, зумовила деструкційні процеси [2, 48, 53]. У напрямку з північного заходу на південний схід змінюється гранулометричний склад досліджуваних ґрунтів від піщано-легкосуглинкового до грубопилувато-середньосуглинкового. Новоутворення діоксиду кремнію у ґрунтах західної частини Опілля представлене рясною присипкою. Темно-сірі лісові ґрунти мають переважно низький і середній вміст гумусу. Тривале сільськогосподарське використання темно-сірих лісових ґрунтів призвело до зміни будови профілю і морфологічних ознак. В окультурених ґрунтах встановлено збільшення потужності гумусово-елювіального горизонту, зміщення ілювіальної частини ґрунтового профілю в глибину.

Ерозійні процеси зумовили зміни морфологічної будови, властивостей та ознак в окультурених ґрунтах Опілля, а саме: зменшення потужності ґрунтового профілю, зменшення потужності генетичних горизонтів, особливо гумусово-елювіального НЕ; зменшення інтенсивності сірого кольору і збільшення бурого в орному горизонті, що пов'язано з приорюванням верхньої частини ілювіального горизонту; збільшення кількості брилуватих агрегатів у структурно-агрегатному складі еродованих ґрунтів.

Тривале розорювання спричинило зміни у фізико-хімічних властивостях ґрунтів, які проявилися у трансформації гумусового стану, складу ввібраних катіонів, кислотно-основних властивостях, а саме: зменшення вмісту гумусу в окультурених лісових ґрунтах, відповідно, до

1,52–1,86% і 1,80–2,42%, порівняно з цілиними аналогами, в яких вміст гумусу становить 2,41–3,04% у темно-сірих лісових ґрунтах.

З метою оптимізації використання ґрунтів та раціоналізації землекористування в межах Опілля необхідно впроваджувати наступні заходи:

- розширити площі під угіддями, які стабілізують екоситуацію в ландшафті (сіножаті, пасовища, ліси) і зменшення частки орних земель;
- змінити структуру посівних площ з виключенням просапних культур на землях із крутизною схилів понад 3°;
- з метою попередження інтенсифікації деградаційних процесів необхідно проводити консервацію деградованих земель;
- у господарствах Опілля доцільно ввести контурно-меліоративну організацію території.

Ґрунти Львівського Опілля різноманітні, але приблизно однакового – легкосуглинкового гранулометричного складу (рис. 2.9).

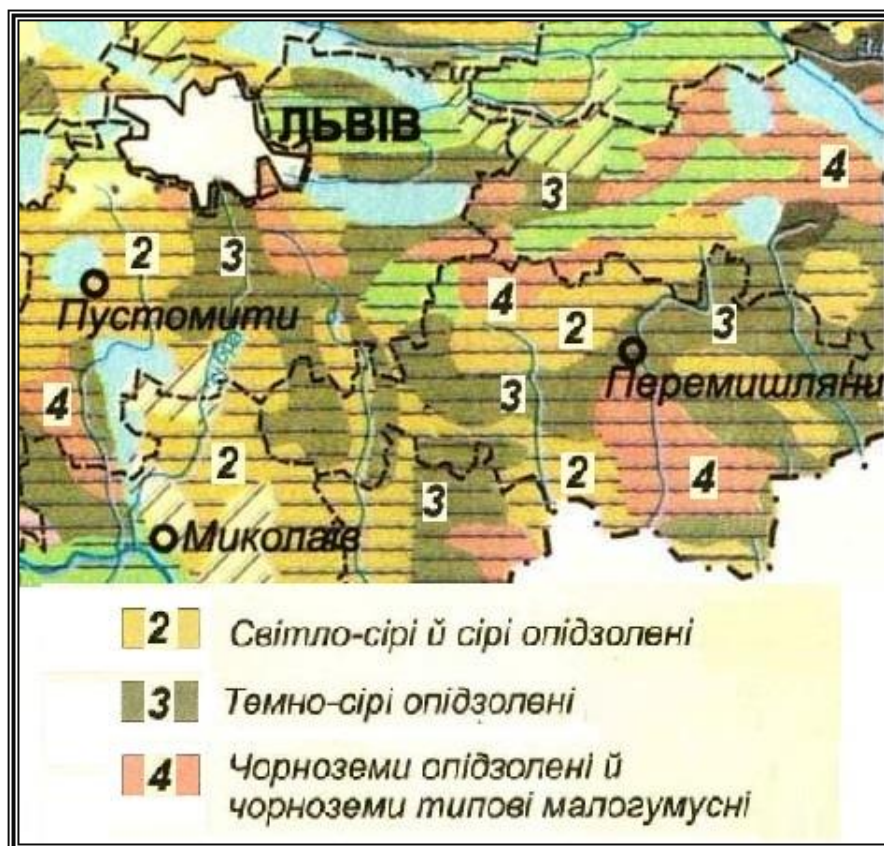


Рис. 2.9. Ґрунти Львівського Опілля

Як видно з рисунка 2.9 ґрунтовий покрив строкатий без домінування певної відміни.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>He</b><br>0–32 см   | – гумусовий добре елювіований горизонт до 32 см, темно-сірий, з сивизною від присипки SiO <sub>2</sub> , грудочкуватий, зернистий, ущільнений, перехід чітко виражений   |
| <b>Hi</b><br>33–60 см  | – гумусово-ілювіальний горизонт потужністю 26 см, темнувато-сірувато-бурий, з сивизною від присипки SiO <sub>2</sub> , грудочкувато-крупно-горіхуватий, щільний, зрідка із ходами черв'яків, пустотами від коренів, перехід чіткий       |
| <b>I</b><br>61–91 см   | – ілювіальний горизонт потужністю 30 см сірувато-буруватого або коричнево-бурого кольору з темними плямами, чіткої крупно-горіхуватої структури, з білуватою присипкою і темно-коричневими гляцюватими плівками на гранях окремоостей    |
| <b>Pi</b><br>92–105 см | – перехідний до материнської породи горизонт з ознаками вмивання, жовто-бурого забарвлення з глибокими блідими прокрасами гумусом і білуватою присипкою по вертикальних тріщинах, грудкувато-призмоподібної структури, сильно ущільнений |
| <b>Pk</b><br>106 см    | – материнська порода, бурувато-жовтий суглинок, іноді з сизими плямами, щільний, крупно-грудочкуватий з карбонатними новоутвореннями у вигляді дутиків і журавчиків  |

Рис. 2.9. Будова профілю темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту

Для культури сої важливо відводити ґрунти зі сприятливими фізичними властивостями. Соя під час сходів дуже погано реагує на утворення кірки.

Розподіл ґрунтів за розмірами статті, також відомий як градація гранулометричним складом, розподіляється в заданих діапазонах розмірів частинок. Градація використовується для класифікації ґрунтів для сільськогосподарських цілей, оскільки розмір частинок впливає на те, наскільки швидко чи повільно рухається вода чи поживні речовини в ґрунті [2, 48, 53]. Оцінка фізичних властивостей ґрунту дослідної ділянки зроблена в

таблиці 2.1. Результати в таблиці 2.1 показують, що ґрунт за гранулометричним складом легкосуглинковий в гумусо-аккумулятивному шарі. Домінує фракція грубого піску (1-0,25 мм), якої є 30,1% та мулиста фракція (<0,001 мм) – 17,5%. В підорному горизонті зростає фракція грубого піску та зменшується вміст пилюватих фракцій. Ґрунт належить до легкосуглинкових пилювато-піщаних.

Таблиця 2.1

**Гранулометричні особливості горизонтів темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту дослідної ділянки**

| Формула горизонту     | Глибина прикопки, см | Фракції, мм/вміст, % |           |           |            |             |        | Вміст фізичної глини |
|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|----------------------|
|                       |                      | 1-0,25               | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 |                      |
| He <sub>кор.</sub>    | 0-30                 | 30,1                 | 29,2      | 5,2       | 4,2        | 11,1        | 17,5   | 35,8                 |
| HI <sub>к/підор</sub> | 33-43                | 42,9                 | 26,3      | 5,9       | 4,9        | 13,2        | 8,9    | 24,4                 |

Таким чином, досліджений ґрунт має добрі фізико-хімічні властивості.

Ресурси гумусу дослідженого ґрунту середні (3,1% в He – горизонті), а в горизонтах нижчих він різко спадає і на глибині 51-60 см перебуває в межах 0,99-0,63% (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Фізико-хімічні особливості темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту дослідної ділянки**

| Формула горизонту     | Глибина прикопки, см | Вміст гумусу, % | pH <sub>вод.</sub> | Сума ввібраних основ, мг-екв/100 г ґрунту | Вміст доступних форм поживних речовин, мг/кг ґрунту |                               |                  |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------|---|---|-------------------------------|------------------|
|                       |                      |                 |                    |   | N   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| He <sub>кор.</sub>    | 0-20                 | 3,10            | 6,2                | 25,0                                      | 119   | 127                           | 123              |
| HI <sub>к/підор</sub> | 33-43                | 2,55            | 6,1                | 30,2                                      | 97  | 81                            | 104              |



Кислотність ґрунтового розчину  $pH_{\text{вод}}$  нейтральна і переходить в лужну. Ґрунт достатньо насичений основами. Сума їх у верхньому (0-30 см) шарі дорівнює 25,0 мг-екв. на 100 г ґрунту.

Азот, фосфор і калій є трьома основними мікроелементами, однак залишається в основному невідомим, як ці елементи розподіляються в різних типах ґрунтів. Поживні речовини з ґрунту в кінцевому підсумку досягають судинної системи. Використовуючи дані агрохімічних параметрів поживних речовин у різних типах ґрунтів можна забезпечити врожайність культур.

#### **2.4. Методика біометричних спостережень і досліджень**

Польовий дослід передбачав таку схему удобрення, яка включає економічно доцільний діапазон застосування азотних туків:

- 1. Без добрив – контроль**
- 2.  $N_{30} + P_{52}K_{52}$  + позакореневе підживлення  
«Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон;**
- 3.  $N_{55} + P_{52}K_{52}$  + фон;**
- 4.  $N_{80} + P_{52}K_{52}$  + фон.**

Облікова площа посівної ділянки – 25 м<sup>2</sup>, повторність дослідів 3-разова.

Мінеральні добрива за схемою дослідів вносили весною під передпосівну культивування у формі карбаміду і діаміфоски. Разом з тим, у вегетацію на всіх варіантах дослідів вносили позакореневе добриво з вмістом мікроелементів «Інтермаг-Соя» по 1 л/га для покращення мінерального живлення у фазі 3–5 трійчастих листків та фазі бутонізації. Добриво «Інтермаг-Соя» стимулює процеси росту та формування насіння.



«Інтермаг-Соя» містить мікроелементи в хелатній, легкодоступній для рослини формі. Добриво містить активатор росту рослин титан, який покращує живлення кореневої системи рослини азотом, калієм, фосфором та іншими елементами.

Перед закладкою досліду відбирали зразки ґрунту і рослин, а також перед збиранням урожаю для проведення лабораторних аналізів (ДСТУ 4287 та ДСТУ ISO 11464). Вміст гумусу встановлювали за методом Тюріна в (ДСТУ 4289); активну кислотність ( $pH_{\text{вод}}$ ) – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390); вміст рухомого фосфору і обмінного калію за методом Чирикова увібраних основ – за методом Каппена-Гільковіца, гідролізований азот – за методом Корнфілда.

Облік кількості й маси бульбочок на коріннях сої проводили за методикою Г.С. Посипанова (1988).

## **2.5. Характеристика сої сорту Сандра**

Соя сорту Сандра поширена і популярна у товаровиробників заходу України.

Сорт сої Сандра вписаний в Державний реєстр сортів рослин України 2014 року. Сорт рекомендований для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах України і формує врожайність зерна на богарі за коливання погодних умов до 40 ц/га за стандартної вологості 14%.

Заявник на сорт сої Сандра: Приватне підприємство "Наукова селекційно-насінницька фірма "Соєвий вік". Власником на права на поширення сорту Сандра є Приватне підприємство "Наукова селекційно-насінницька фірма "Соєвий вік". Володар патенту – Приватне підприємство "Наукова СНФ "Соєвий вік".

Опишемо морфологічні ознаки сорту сої Сандра.

Соя сорти Сандра має індетермінантний тип росту. Утворюється напівстиснута форма куща. Це сприяє природній морфологічній протидії виляганню.

Розвинута рослина сягає 80-120 см висоти. Сорт формує на стеблі 10-15 вузлів. Висота прикріплення нижнього боба становить 12-15 см.

Листки сорту Сандра за формою ланцетні. Квітки за повного розпускання білі. Насіння у зрілому стані жовте. Маса 1000 насінин понад 160 г. Вирівняність зерна – 95%, вміст білка 39-41%, олії – 19-23%.

Сорт сої Сандра має високу стійкість до грибкових хвороб, зернових і листових шкідників. Сорт Сандра витримує коливання несприятливих умов.

Надамо коротку характеристику сої сорту Сандра.

Відмінною ознакою описаного сорту Сандра є більша кількість бобів на рослині і більша кількість насінин у бобах. Показник сягає до 40% чотири насінних бобів. Культурі властива висока стійкість до вилягання рослин. При дозрівання сорт витривалий до осипання насіння. Вегетаційний період скорочений до 93-100 днів. Це значить, що сорт Сандра ранньостиглий. Період від фази появи сходів до масового цвітіння становить 32 доби. Сорт сої Сандра закінчує фазу цвітіння через 30 доби, а повне дозрівання настає не пізніше, ніж через 33 доби. Необхідна мінімальна сума активних температур для сорту сої Сандра становить 2225°C.

Сівба сої сорту Сандра здійснюється за нормою висіву 550-650 тис. схожих насінин на га. Для цього сорту рекомендують ширину міжряддя 45 см. Глибина сівби може становити 3-6 см.

## **2.6. Агротехніка вирощування сої у Львівському Опіллі**

У наших дослідах попередником сої була озима пшениця.

Найкращими полями для сої є легкі не кислі ґрунти і попередник пшениця, може бути кукурудза, цукрові буряки та картопля. Сою не слід сіяти на поля, де в попередньому році використовувалися гербіциди, що

містять сполуки з групи похідних піридину (наприклад, амінопіралід), сполуки з групи трикетонів (наприклад, мезотріон).

Поле для сівби сої повинно бути зоране з осені, ретельно оброблене, без грудок, які можуть ускладнювати збирання врожаю за допомогою низьких комбайнів. Культивацію весною слід звести до мінімуму, щоб зберегти максимальну вологість у ґрунті, під час посіву та проростання. Можна сіяти сою за мінімальної обробки ґрунту, але слід пам'ятати, що оброблені таким чином ґрунти повільніше прогріваються навесні, тому вимагають використання трохи пізніших строків сівби.

Добрива під сою можна вносити в ґрунт або позакоренево. Для досягнення задовільного врожаю не завжди потрібно удобрювати сою азотними добривами. Це пояснюється азотфіксувальною здатністю і потужною кореневою системою сої – це рослина, яка характеризується високою здатністю поглинати поживні речовини з орного шару та надр.

Рекомендовані для вирощування в Опіллі сорти – це ранні та середньоранні сорти. Критеріями відбору сортів сої, окрім ранньостиглості, також можуть бути висота розміщення найнижчих стручків, вміст білка в насінні та врожайність з гектара, придатність для виробництва, для споживання людиною та вимогливість сорту до агротехніки.

Соя є теплолюбною рослиною, тому оптимальний термін сівби припадає на останню декаду квітня та першу декаду травня, коли верхній шар ґрунту досягає температури 10°C, тобто через кілька або десятків днів після оптимальної дати посіву кукурудзи. Це також рослина короткого дня, а це означає, що термін сівби не слід занадто затягувати, оскільки індукція цвітіння слабшає за умов продовженого дня, а отже, потенціал врожайності плантації зменшується. Оптимальна густина рослин на плантації сої повинна становити близько 50-60 рослин/м<sup>2</sup>. Для отримання такої густоти слід посіяти 600 000-675 000 насінин/га. Соеві боби є досить гнучкою рослиною з точки зору посіву. Його можна сіяти зерновими сівалками в рядки через кожні 12,5-

25 см, міжряддя можна збільшити до 60 см і сіяти смугами, відповідно зменшуючи відстань між насінням у рядку.

Плід соєвих бобів – це стручок із до чотирьох насіння різного кольору та розміру. Сою слід сіяти на глибину 3-4 см з хорошою вологістю ґрунту. Занадто глибокий посів перешкоджає появі сходів, оскільки соя проростає, піднімаючи сім'ядолі над ґрунтом. Занадто глибока сівба на полях з щільшими ґрунтами, схильними до утворення кірки, може призвести до повільнішої і нерівномірної появи сходів.

На посівах сої від шкідників і хворіб застосовували препарати ПіренексСупер (0,6 л/га ) та Абакус (1 л/га) + «Інтермаг-Соя» (2 л/га) у повній фазі квітування.

Для збирання сої потрібне її повне дозрівання. Повне дозрівання наступало в різні роки по-різному, але при обпаданні листя і побуріння стебел і бобів. Вологість рослин при прибиранні була 13-14%, при такій вологості насіння травмуються мінімально і легко обмолочуються.

Збирають сою з використанням комбайнів на повному дозріванні, що залежить від погодних умов та ранньостиглості сорту та азотних добрив. Обороти барабана уповільнюють до 500-600 об/хв. Скошувати соєві боби якомога нижче, щоб мінімізувати втрати, тому перед посівом слід вирівняти поле, а після сівби забрати каміння. Зернозбиральний комбайн може бути оснащений адаптером соєвих бобів, що мінімізує втрати майже до нуля. Після збирання насіння слід очистити від ґрунту та інших домішок, а у випадку вологості повітря, що перевищує 14%, – висушити.

Сою збирали в дослідах прямим комбайнуванням з низьким зрізом (60-70 мм).

### Розділ 3

## ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ СОЇ НА ТЕМНО-СІРОМУ ГРУНТІ НА ВРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ ЗЕРНА

### 3.1. Мінливість агрохімічних показників темно-сірого ґрунту залежно від мінерального удобрення сої

Соя є культура, що дуже вимоглива до ґрунтових умов і поживного режиму. Вищу продуктивність вона демонструє на добре гумусованих ґрунтах, забезпечених поживними елементами, і мають добрі агрофізичні властивості. Такими є легко- і середньосуглинкові ґрунти [1, 2, 24, 25, 32, 48].

Вміст гумусу в орному профілі є основним критерієм потенційної родючості.

Темно-сірі лісові опідзолені легкосуглинкові ґрунти містять малу або середню кількість гумусу.

В нашому досліді вивчали вплив удобрення сої на вміст гумусу в ґрунті. Норми мінерального удобрення сої мали незначний вплив на вміст гумусу в ґрунті дослідних ділянок. На контрольних варіантах вміст гумусу становив в середньому за два роки досліджень 2,10%. Внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{30}P_{52}K_{52}$  збільшували вміст гумусу до 2,15% або на 0,05%, що знаходиться в межах статистичної похибки. Збільшення рівня мінерального живлення до  $N_{55}P_{52}K_{52}$  спричинює збільшення вмісту гумусу відносно контролю на 0,09%. Найвищий вміст гумусу був на варіантах з найбільшим рівнем мінерального удобрення сої –  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . Вміст гумусу збільшився до 2,27%, а його збільшення було на 0,17%.

За даними вчених-науковців [2, 48, 53] зміни в кореневій архітектурі, індукція транспортних систем на основі коренів і асоціації з корисними

мікроорганізмами ґрунту дозволяють рослинам підтримувати оптимальний вміст поживних речовин в умовах зміни ґрунтового середовища.

Соя дуже реактивна щодо кислотності середовища ґрунту. Оптимальними для її вирощування є рН – 6,4-7,1. За рН нижче 5,6 затримується розвиток бульбочкових бактерій і порушується розвиток рослин та погіршуються умови мінерального живлення [14, 16, 17, 20, 22, 23].

Ми дослідили вплив рівня мінерального удобрення на зміну показника рН середовища темно-сірого ґрунту (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив норм азотного мінерального удобрення сої на показник кислотності ґрунту, 2020-2021 рр.**

| №<br>№ | Варіант дослідів   | рН <sub>H2O</sub> |      | Середнє | +/-<br>до<br>контролю |
|--------|--|-------------------|------|---------|-----------------------|
|        |  | 2020              | 2021 |         |                       |
| 1.     | Без добрив – контроль  | 6,60              | 6,61 | 6,61    | -                     |
| 2.     | N <sub>30</sub> + P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + позакореневе підживлення «Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон | 6,59              | 6,61 | 6,60    | -0,01                 |
| 3.     | N <sub>55</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 6,57              | 6,55 | 6,56    | -0,05                 |
| 4.     | N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 6,48              | 6,46 | 6,47    | -0,14                 |

Результати наших досліджень показали, що підкислення рН ґрунтового розчину відбувається навіть за помірної норми мінеральних добрив.

На неудобрених ділянках, де добрива не вносили рівень рН<sub>вод</sub> був в середньому 6,61.

Удобрення культури туками в нормі N<sub>30</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> збільшило показник рН<sub>вод.</sub> до 6,59-6,61. В середньому за роки досліджень ґрунт підкислився на 0,01 одиниці рН порівняно з контролем.

Збільшення норм внесення азотних мінеральних добрив сприяло подальшому підкисленню ґрунту. За найвищого рівня мінерального

удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$  показник рН зменшився в середньому за два роки до 6,47. Порівняно з контролем кислотність зросла 0,14 одиниці рН. Таке незначне підкислення не створює проблем симбіотичному апарату і нагромадження азоту бульбочковими бактеріями сої не ослабляється.

Як наведено в розділі 1.2, соя вибаглива до вмісту поживних елементів в ґрунті. Для формування одиниці врожаю потребує значно більше поживних речовин, ніж для озимої пшениці і інших зернових та зернобобових культур [24, 25, 56].

Результати наших досліджень підтверджують вплив норм внесення мінерального удобрення на динаміку азоту ґрунту (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вегетаційна динаміка вмісту легкогідролізованого азоту, залежно від норм ня мінерального удобрення сої (2020-2021 рр.), мг/кг**

| №<br>№ | Варіант досліджу   | До<br>закладки<br>досліджу | Фази росту і розвитку рослин |          |                    |                       |
|--------|--|----------------------------|------------------------------|----------|--------------------|-----------------------|
|        |  |                            | сходи                        | цвітіння | утворення<br>бобів | достигання<br>насіння |
| 1.     | Без добрив –<br>контроль   | 102                        | 104                          | 98       | 82                 | 75                    |
| 2.     | $N_{30} + P_{52}K_{52} +$<br>позакореневе<br>підживлення<br>«Інтермаг-Соя»<br>(1 л/га) – фон | 102                        | 116                          | 108      | 105                | 106                   |
| 3.     | $N_{55}P_{52}K_{52} +$ фон   | 102                        | 128                          | 125      | 119                | 118                   |
| 4.     | $N_{80}P_{52}K_{52} +$ фон   | 102                        | 131                          | 132      | 123                | 120                   |

На неудобрених ґрунтах концентрація доступного азоту впродовж всього вегетаційного періоду зменшувався з 102 мг/кг ґрунту до 75 мг/кг, тобто на 37 мг

Баланс азоту був мінусовим, незважаючи на біофіксацію з атмосфери.

Внесення під сою мінеральних добрив в нормі  $N_{30}P_{52}K_{52}$  збільшило вміст легкодоступного азоту в ґрунті в період сходів на 14 мг/кг, порівняно з його вмістом до закладки досліду.

Загалом, поживні речовини швидше доступні для рослин, оскільки вони більш розчинні у воді або у формі, яку рослини можуть використовувати. Недоліком є те, що може бути легше вносити синтетичні добрива, ніж натуральні, що може призвести до опіку. Крім того, синтетичні добрива можуть не підтримувати корисні мікробні популяції в тій же мірі, як природні добрива.

Добрива потрібні, коли рослини активно ростуть, а ніколи в період спокою. Застосування азоту матиме найбільший ефект через три-чотири тижні після застосування. Надлишок азоту або його неправильний час може затримати цвітіння і плодоношення або сприяти виникненню ніжного нового росту, вразливого до морозів або пошкоджень від заморозків.

Дослідження показали, що найкраще розподіляти або вносити добрива рівномірно по площі, а не концентрувати добрива в лунках або смугах у ґрунті. Найефективнішим методом удобрення великої площі є розкидувач добрив. Для нових посадок внесіть добрива в ґрунт і ретельно перемішайте. Для встановлених насаджень доцільно поверхнєве внесення.

Потреби культури сої в добривах часто нехтують, тоді як увага здебільшого спрямована на удобрення інших культур у сівозміні. Урожайність сої зменшиться, якщо їй не вистачає необхідних поживних речовин. Тому важливо розробити вигідну програму внесення добрив, щоб максимізувати врожай.

Соя є бобовою культурою, і, якщо її правильно інокулювати, вона може використовувати газоподібний азот в атмосфері. Кількість фіксації, що відбувається, пов'язана з кількістю нітратного азоту у ґрунті. Загалом, кількість фіксованого азоту збільшується зі зменшенням кількості нітратів у ґрунті. Позитивний їх баланс дає норма живлення сої туками  $N_{55-80}P_{52}K_{52}$ .



### 3.2. Вплив мінеральних добрив на симбіотичну активність сої

Біотична фіксація атмосферного азоту дозволяє підтримувати родючість ґрунтів, а також зменшити енергоємність технологій вирощування агрокультур [32, 48, 49].

Дослідженнями групи науковців [6, 7] доведено пряму залежність рівня урожаю культури від азотного режиму й родючості ґрунту загалом. За даними дослідників [6, 7], стандартні технології вирощування забезпечують потреби сої в азоті тільки на 35-45%. За інтенсивністю азотфіксації соя є найефективнішою з-поміж зернобобових культур.

Результатами нашого дослідження підтверджено значний вплив азотного удобрення на формування симбіотичного апарата сої (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Чисельність і маса активних бульбочок на корінні сої,  
залежно від норми азотного удобрення (середнє за 2020-2021 рр.)**

| №<br>№ | Варіант дослідження  | Чисельність активних бульбочок, одиниць |            |           | Маса активних бульбочок, г |            |           |
|--------|--|---|------------|-----------|----------------------------|------------|-----------|
|        |  | бутонізація                             | квітування | стиглість | бутонізація                | квітування | стиглість |
| 1.     | Без добрив – контроль  | 13,2                                    | 19,9       | 8,5       | 0,21                       | 0,36       | 0,10      |
| 2.     | N <sub>30</sub> + P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + позакореневе підживлення «Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон | 29,9                                    | 39,9       | 13,9      | 0,36                       | 0,67       | 0,25      |
| 3.     | N <sub>55</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 27,2                                    | 33,3       | 11,4      | 0,30                       | 0,60       | 0,19      |
| 4.     | N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 25,0                                    | 32,2       | 10,3      | 0,28                       | 0,57       | 0,13      |

Коли нітратів у ґрунті багато, кількість азоту, фіксованого в бульбочках, невелика. Якщо нітратів у ґрунті мало, фіксація азоту швидко збільшується, щоб задовольнити більшу потребу в азоті. Таким чином, дози мінерального живлення сої вагомо впливає на вміст поживних елементів в ґрунті.

В наших експериментах досліді кількість активних бульбочок на корінні сої змінювалася, залежно від норми удобрення і фази розвитку. На корінні перші бульбочки вирости у фазі третього листочка. У наступні фази їх чисельність зростає до фази квітання, а потім зменшувалася і найменшою стала в фазі досягання.

Дефіцит азоту визначається як пожовтіння або хлороз листя нижче в кроні, оскільки азот ремобілізується до нових точок росту. Для рослини доступні два джерела азоту. Рослина може брати азот із ґрунтового розчину, що становить до 50% загального азоту, необхідного для росту.

Ґрунт є першим вибором як джерело азоту, оскільки цей процес вимагає менше енергії в порівнянні з другим джерелом азоту. Азот, що залишився, надходить у результаті добре відомого процесу, який називається азотфіксацією, процес, який здійснюють рослини родини бобових (наприклад, соя, конюшина та люцерна).

Фіксація відбувається в структурах, які називаються вузликами (невеликі овальні структури), які утворюються на коренях сої. Ці бульбочки утворюються на початку сезону (V1) через асоціацію кореня з ґрунтовою бактерією (*Bradyrhizobia japonicum*). Ці бульбочки поглинають газ  $N_2$  з атмосфери і в результаті хімічної реакції утворюють  $NH_3$  (аміак), який може використовуватися рослиною.

Бактерії присутні майже на всіх полях і забезпечують до 50% азоту, необхідного для сої. Високий вміст азоту в ґрунті обмежує кількість утворених бульбочок, що збільшує залежність сої від ґрунту щодо азоту. У цих умовах дефіцит азоту може виникнути пізніше в сезон, і може знадобитися застосування азоту. Коріння сої слід перевірити перед стадією

росту – цвітіння) на наявність бульбочок і їх активність (перевірте, чи не рожеві вони всередині). На полях, де соєві боби останнім часом не вирощували, додавання посівного матеріалу, що містить бактерії, було б хорошим варіантом боротьби з утворенням бульб.

Дослідження показали, що внесення азоту під час сівби не покращує врожайність, а лише зменшує утворення бульб, підвищуючи залежність рослин від ґрунту щодо азоту. Застосування листових добрив протягом сезону не показало постійних результатів, і це застосування, здається, є корисним лише в певні роки та в певних місцях.

Дослідження, показали, що внесення азоту під час сівби і протягом сезону може бути корисним на ґрунтах з низьким вмістом органічної речовини, де ґрунт не може забезпечити потребу в азоті, що залишилася після фіксації.

### **3.3. Коливання висоти рослин сої залежно від рівня удобрення**

Придатність посівів сої до механізованого збирання має велике значення. Воно визначається висотою рослин і висотою прикріплення нижніх бобів. На морфологічні показники індивідуального розвитку рослин найбільше впливає біологія сорту і ґрунтово-кліматичні умови [27]. Вагомо впливає система удобрення, на яку припадає 50-80% [57].

У нашому досліді рівень азотного мінерального живлення вагомо впливав як на довжину стебла рослин, так і розміщення нижніх стручків (рис. 3.1).

Найменшої висоти рослини сої вирости на неудобрених варіантах – 68,3 см. Висота розміщення нижніх стручків також була мінімальною на цьому варіанті – 14,1 см. Внесення в ґрунт туків в  $N_{30}P_{52}K_{52}$  збільшувало висоту стебла до 79,0 см і висоту прикріплення нижніх стручків на 15,1 см. Подальше збільшення норми азотних добрив збільшувало ці показники у значно більшій пропорції.

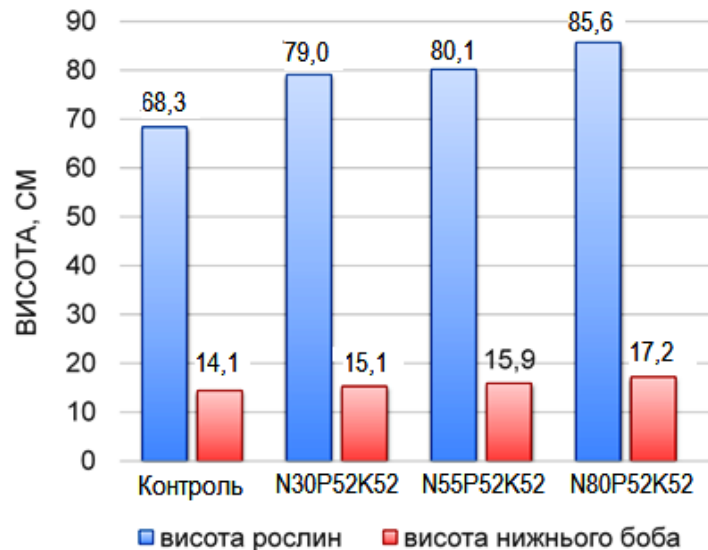


Рис. 3.1. Вплив рівня мінерального живлення на ріст рослин у висоту і рівень прикріплення нижніх бобів (2020-2021 рр.)

Таким чином добрива визначають висоту стебла та рівень прикріплення бобів у сої.

#### **3.4. Життєвість та динаміка густоти рослин сої від рівня мінерального живлення**

Ми дослідили, що норми мінерального живлення азотом впливли на виживання рослин сої упродовж вегетації. На контрольному неудобреному варіанті частка виживання сої становила 75-81%, що в середньому за два роки досліджень складало 78%.

Дослідження щодо підживлення сої азотом були суперечливими. В агрономічній літературі можна знайти повідомлення як про підвищення, так і про зниження врожайності сої від додаткового застосування N. Зменшення врожайності від додаткового застосування N зазвичай пояснюється зменшенням утворення вузликів і зниженням симбіотичної фіксації N<sub>2</sub>. Збільшення врожайності сої та білка насіння від азотного добрива, мабуть, залежить від часу внесення азоту, наявного вмісту азоту в

грунті під час посіву та, можливо, вибору сорту. Однак кілька досліджень визначили врожайність зерна та реакцію складу насіння різних сортів на N, застосований на різних стадіях росту.

Є дані, що соя дуже вразлива до дефіциту світла та поживного режиму ґрунту. Тому важливе значення має густина рослин на площі. Цей показник обумовлений сортовими особливостями, і водночас його можна корегувати агротехнічними прийомами, зокрема нормами висіву та мінерального живлення [43].

Густина рослин сої в наших дослідках залежала від рівня мінерального живлення. На контрольних ділянках густина насадження становила 44,1 ос./м<sup>2</sup> в 2020 році досліджень і 40,1 ос./м<sup>2</sup> в 2021 році. Удобрення мінеральними добривами N<sub>30</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> сприяло густоті рослин перед збиранням на рівні 47,0-46,5 ос./м<sup>2</sup>. Підвищення дози азотних добрив вдвічі підвищувало густиоту до рівня 48,1-49,7 ос./м<sup>2</sup>, що більше за контрольні показники на 20-24%, відповідно до року досліджень. За рівня удобрення сої N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> була дотримана найбільша густина рослин перед збиранням – 50,5-50,9 ос./м<sup>2</sup>, що більше за відповідні показники контролю на 26-29%.

В середньому за два роки досліджень найбільшу густиоту рослин отримали за удобрення сої N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub>. Відносно контролю показник густоти рослин збільшився на 26,9%.

Результати наших досліджень свідчать про те, що внесення добрив для сої є, в кращому випадку, ризикованою операцією. Підживлення азотом вплинуло. Результати цієї роботи свідчать про необхідність внесення добрив під сою.

### **3.5. Біологічна структура урожаю сої залежно від норм мінерального удобрення**

Сукупну врожайність сої формують кількість рослин на одиниці площі й маса зерна з однієї рослини. Сортовою особливістю сої сорту

Сандра є добре пагоноутворення, а тому за густоти 50-55 ос./м<sup>2</sup> біологічний урожай зерна може сягати 4-5 т/га:

Рівень мінерального живлення азотом вагомо вплинув на основні структурні елементи урожаю у нашому досліді, зокрема на вагу зерна з однієї рослини (табл. 3.4). Найменше бобів на рослині отримали на неудобреному варіанті – 13,5. Удобрення сої повними добривами N<sub>30</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> збільшило кількість бобів на рослині на 1,3. Збільшення рівня удобрення сої азотом сприяло формуванню більшої кількості бобів. Найбільше їх було за рівня мінерального живлення N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub>. Порівняно з неудобреним контролем кількість бобів на рослині збільшилася на 2,7 особин.

Удобрення сої азотними добривами на фоні P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> сприяло формуванню більшої кількості насінин на рослині і нарощенню їх маси. На контрольних неудобрених ділянках кількість насінин на одній рослині коливалася в межах 27,1 одиниці.

Таблиця 3.4

**Вплив рівня живлення азотом на компоненти урожаю сої (2020-2021 рр.).**

| №<br>№ | Варіант досліді  | Кількість бобів на рослині, одиниць | Кількість зерен з 1 рослини, особин | Маса зерен з однієї рослини, г | Маса 1000 зерен, г |
|--------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 1.     | Без добрив – контроль  | 13,5                                | 27,1                                | 5,05                           | 181,3              |
| 2.     | N <sub>30</sub> + P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + позакореневе підживлення «Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон | 14,8                                | 33,1                                | 5,85                           | 185,2              |
| 3.     | N <sub>55</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 15,7                                | 33,9                                | 6,39                           | 186,8              |
| 4.     | N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> + фон  | 16,3                                | 35,8                                | 6,58                           | 193,1              |

Кількість стручків на рослині представлена вказує, що соя дає більше стручків на добривах. Вага стручків на рослину: результати аналізу маси стручків на рослину показали, що існують значні взаємодії між різними дозами добрив. Взаємодія між мікоризою та удобренням фосфатом отримала найбільшу масу стручка і значно відрізнялася від інших взаємодій.

Найвища маса насіння на одній рослині була на варіанті з удобренням  $N_{80}P_{52}K_{52}$  – 6,58 г.

Отже, регуляція дози мінерального удобрення сої азотом на фоні  $P_{52}K_{52}$  позитивно впливає на продуктивність однієї рослини, чим відповідно збільшує господарську врожайність бобової культури загалом.

### **3.6. Залежність урожаю зерна сої від норми азотного мінерального удобрення на фоні фосфорно-калійних добрив**

Мінеральне удобрення сої є таким елементом технології вирощування, який гарантує урожайність культур. Сої зокрема часто буває потрібен додатковий азот, як вказують науковці [37, 35].

Умовах нашого фермерського господарства дослідження показали, що мінеральні добрива мали дуже вагомий вплив на обсяг урожайності зерна сої (табл. 3.5).

На контрольних ділянках, де не вносили добрива, урожай зернової сої становив 2,19 т/га 2020 року та 2,13 т/га 2021 року досліджень.

Удобрення сої мінеральними добривами в нормі  $N_{30}P_{52}K_{52}$  сприяло збільшенню урожаю зерна сої до 2,96-2,76 т/га відповідно до року досліджень.

Норма азотних добрив  $N_{55}$  кг/га на фоні фосфорно-калійних сприяла збільшенню урожаю сої до 3,22 і 3,17 т/га.

Найвищий урожай зерна сої був отриманий за норми мінерального удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . 2020 року досліджень урожай зерна сої на максимальному удобренні становив 3,58 т/га, що істотно більше за

контрольний неудобрений варіант. В умовах наших дослідів це був найвищий урожай сої за два роки і відповідно прибавка урожаю.

За удобрення сої повними мінеральними добривами рівень урожаю зерна сої в середньому за 2020-2021 роки збільшувався. Найвищий урожай насіння сої ми отримали за удобрення в нормі  $N_{80}P_{52}K_{52}$  – 3,50 т/га, де приріст урожаю становив 61,7%, порівняно з неудобреним варіантом.

В 2021 році ми отримали вищий урожай сої порівняно з 2020 роком досліджень, що пояснюємо впливом метеорологічних умов вегетаційного періоду. 2021 рік досліджень характеризувався близькими до середніх багаторічних температурними умовами і достатнім зволоженням, тоді як 2020 рік мав дуже нестабільні показники.

Таблиця 3.5

**Вплив системи мінерального удобрення сої в умовах Львівського Опілля на урожай зерна у 2020-2021 роках, т/га**

| Варіант дослідів   | Врожай зерна сої, т/га |      |      |         |
|--|------------------------|------|------|---------|
|  | I                      | II   | III  | Середнє |
| 2020 рік   |                        |      |      |         |
| Без добрив – контроль  | 2,22                   | 2,10 | 2,24 | 2,19    |
| $N_{30} + P_{52}K_{52}$ + позакореневе підживлення «Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон | 2,91                   | 2,97 | 2,99 | 2,96    |
| $N_{55}P_{52}K_{52}$ + фон   | 3,28                   | 3,18 | 3,20 | 3,22    |
| $N_{80}P_{52}K_{52}$ + фон   | 3,59                   | 3,50 | 3,65 | 3,58    |
| НІР <sub>05</sub> , т/га   | -                      | -    | -    | 0,58    |
| 2021 рік   |                        |      |      |         |
| Без добрив – контроль  | 2,15                   | 2,11 | 2,12 | 2,13    |
| $N_{30} + P_{52}K_{52}$ + позакореневе підживлення «Інтермаг-Соя» (1 л/га) – фон | 2,15                   | 3,09 | 3,03 | 2,76    |
| $N_{55}P_{52}K_{52}$ + фон   | 3,17                   | 3,05 | 3,28 | 3,17    |
| $N_{80}P_{52}K_{52}$ + фон   | 3,50                   | 3,42 | 3,35 | 3,42    |
| НІР <sub>05</sub> , т/га   | -                      | -    | -    | 0,11    |

Отже, регулюючи рівень мінерального живлення, нам вдавалося збільшувати рівень урожаю сої, згладжуючи дію погоди.



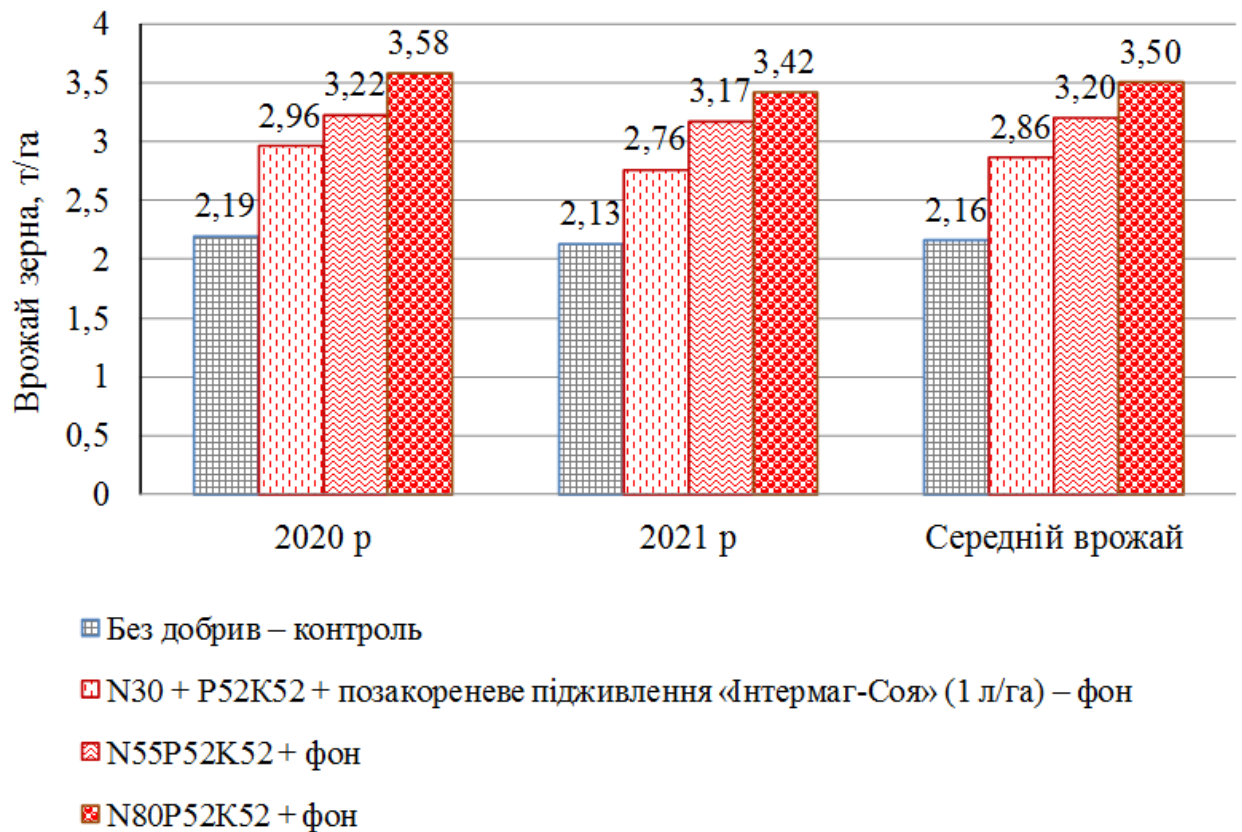


Рис. 3.2. Урожай зерна сої під впливом норм азотного мінерального удобрення, т/га.

### 3.7. Зв'язок хімічних показників зерна сої і норми азотного удобрення

Збір якісного врожаю зерна сої є економічним чинником аграрного виробництва, незалежно від кон'юнктури.

Вміст екстрактивних жирів в зерні пов'язаний з сортом, але технологічні прийоми також впливають на синтез жирів. Серед прийомів агротехніки вирощування найбільший вплив на вміст олії у зерні має мінеральне удобрення. В умовах фермерського господарства ми вивчили вплив норм азотного мінерального живлення на вміст ефіроекстрактивного жиру в зерні сої (рис. 3.6).

В середньому за два роки досліджень на контрольних неудобренних ділянках вміст жирів в зерні сої був найвищим – 18,7%.

Удобрення сої азотом, фосфором та калієм зменшувало вміст ефіроекстрактивного жиру. Так за норми мінерального живлення  $N_{30}P_{52}K_{52}$  вміст жирів знизився на 0,7%, порівняно з контрольними показниками. Подальше збільшення рівня мінерального удобрення до норми  $N_{55-80}P_{52}K_{52}$  спричинило зменшення вмісту ефіроекстрактивного жиру на 1,1-1,7%.

Таким чином переконуємося, що збільшення норми внесення азотних добрив супроводжується зниженням вмісту ефіроекстрактивного жиру. Тому запобігання негативної дії азотних добрив на олійність, їх слід застосовувати в менших нормах.

Таблиця 3.6

**Вплив азотного удобрення сої на вміст олії та білків у зерні  
( середнє за 2020-2021 рр.)**

| Варіант досліджу  | Вміст в зерні сої, % |        |         |        |        |         |
|---|----------------------|--------|---------|--------|--------|---------|
|   | олія                 |        |         | білки  |        |         |
|   | 2020 р               | 2021 р | Середнє | 2020 р | 2021 р | Середнє |
| Без добрив – контроль   | 19,2                 | 18,2   | 18,7    | 40,1   | 38,1   | 39,1    |
| $N_{30} + P_{52}K_{52}$ + позако-<br>рєневе підживлення<br>«Інтермаг-Соя» (1 л/га)<br>– фон | 17,9                 | 18,1   | 18,0    | 42,1   | 40,2   | 41,2    |
| $N_{55}P_{52}K_{52}$ + фон  | 17,4                 | 17,8   | 17,6    | 44,2   | 44,0   | 44,1    |
| $N_{80}P_{52}K_{52}$ + фон  | 16,6                 | 17,5   | 17,0    | 46,3   | 45,5   | 45,9    |

Погодні умови мали вплив на синтез жирів у зерні сої. Метеорологічні умови 2020 року були кращі для синтезу ефіроекстрактивного жиру, ніж 2021 року, який виявився менше сприятливим.

Дози мінеральних туків сої впливали на синтез протеїнів (табл. 3.6). Удобрення підвищувало вміст як олії, так і білка у два роки дослідження. Вміст білка сої в найкращому варіанті був 45,9%.

Є числені дані про реакцію білків на внесення азоту. У порівнянні з результатами нашого дослідження вказують на те, що для збільшення вмісту білка в сої потрібна оптимальна норма удобрення.

Отже, за збалансованого внесення туків можна отримувати продукцію з високими якісними параметрами – вмістом жирів та білків.

### **3.8. Економічна й енергетична оцінка ефективності внесення мінеральних туків при вирощуванні сої**

Площі посівів сої в Україні щорічно зростають. У нашому дослідженні було виявлено значуща користь від внесення азотних добрив.

Якщо внесення азоту не є можливим у поєднанні з P і K, то для зниження витрат на внесення азоту складніше. Більшість виробників не вносять добрива. Дослідження у нашому господарстві підтвердило перевагу збалансованого удобрення сої на темно-сірих опідзолених ґрунтах [4, 6, 7, 11, 29, 30].

В наших розрахунках бачимо збільшення вартості продукції пропорційне до зростання урожаю (табл. 3.7).

Найбільшу вартість продукції (66500 грн) виробили за внесення мінеральних туків  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . Порівняно з не добреним вартість продукції зросла більше, ніж третину. В наш час існують певні сумніви щодо рентабельності норм внесення добрив, які мають на меті отримання високого врожаю зерна на ґрунтах із високою родючістю.

Внесення збільшених норм удобрення збільшує і виробничі витрати. Найбільшими (35307 грн) вони були за максимальної норми мінеральних туків  $N_{80}P_{52}K_{52}$ , що більше, ніж без добрив на третину.

Величина прибутку є одним із критеріїв ефективності технології сої, оскільки сукупні затрати не завжди повністю компенсуються величиною прибутку [4, 6, 7, 11, 29, 30].

Таблиця 3.7

**Економічний розрахунок ефективності норм мінеральних добрив за  
внесення під сою, 2020-2021 рр.**

| Показник                          | Варіанти дослідів |   |   |   |
|-----------------------------------|-------------------|---|---|---|
|                                   | Без добрив        | N <sub>30</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> | N <sub>55</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> | N <sub>80</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> |
| Урожайність зерна, т/га           | 2,16              | 2,86  | 3,20  | 3,50  |
| Вартість продукції, грн/т.        | 41040             | 54340   | 60800   | 66500   |
| Виробничі затрати,<br>грн/ га     | 24756             | 31384   | 33666   | 35307   |
| Собівартість, грн/т               | 11461             | 10973   | 10521   | 10088   |
| Умовно чистий прибуток,<br>грн/га | 16284             | 22956   | 27134   | 31193   |
| Рівень рентабельності, %          | 65,8              | 73,1  | 80,6  | 88,3  |

Умовно чистий прибуток за нашої системи удобрення підвищився разом зі збільшенням збору зерна культури, від 10099 грн/га на варіанті без добрив до 26195 грн/га за рівня найвищого удобрення мінеральними туками N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub>, зріс на 14909 грн. Собівартість 1 т зерна була найменшою за рівня мінерального удобрення N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> – 10088 грн.

Ефективність систем удобрення найкраще рахується за величиною рівня рентабельності. Мінімальною вона була, незважаючи на найменші затрати, на неудобреному контролі. За рівня мінерального живлення N<sub>30</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> рівень рентабельності становив 73,1%. Збільшення норми азотних добрив підвищувало затрати, проте за високого урожаю затрати були компенсовані вартістю продукції. На удобрених варіантах рівень рентабельності становив 80,6-88,3% і був найвищим за агрономічно найефективнішої норми мінерального удобрення N<sub>80</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub>.

За наших систем удобрення (табл. 3.8) енергетична ефективність виявився найбільшим за норми мінеральних туків  $N_{80}P_{52}K_{52}$  і становив 2,34.

Таблиця 3.8

**Енергетична оцінка вирощування сої з використанням різних норм мінеральних добрив**

| Показник                             | Варіанти дослідів |                      |                      |                      |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                      | Без добрив        | $N_{30}P_{52}K_{52}$ | $N_{55}P_{52}K_{52}$ | $N_{80}P_{52}K_{52}$ |
| Урожайність, т/га                    | 2,16              | 2,86                 | 3,20                 | 3,50                 |
| Енергоємність урожаю, ГДж            | 39,10             | 51,77                | 57,92                | 63,35                |
| Енергоємність затрат, ГДж            | 27,34             | 30,27                | 28,53                | 27,07                |
| Коефіцієнт енергетичної ефективності | 1,43              | 1,71                 | 2,03                 | 2,34                 |

Зменшення норми азотних добрив до 55 кг/га. д. р. знижував цей критерій до 2,03. До мінімального серед варіантів удобрення коефіцієнт опустився за рівня удобрення  $N_{30}P_{52}K_{52}$ . На контролі без добрив коефіцієнт енергетичної ефективності становив 1,43.

Отже, виходячи з калькуляції даних, найбільший економічний ефект забезпечує норми мінерального удобрення сої  $N_{55-80}P_{52}K_{52}$ . Коефіцієнт енергетичної ефективності при цьому є найвищим 2,3 і 2,34.

## Розділ 4

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 4.1. Стан використання землі, причини деградації ґрунтів та шляхи її охорони

Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059 VIII від 23.05.2017 і «Про охорону навколишнього природного середовища» від 4.06.2017 р. регулює заходи захисту природного навколишнього середовища і охорону ґрунтів, повітря, вод і інших природних ресурсів від забруднень і нераціонального використання [2, 18, 52].

Сучасні сорти сільськогосподарських культур повністю реалізують закладений в них потенціал лише за високоінтенсивних технологій вирощування, що передбачають застосування високих норм мінеральних добрив і засобів захисту рослин.

Проте, досить часто внесення високих норми мінеральних добрив є невиправданим, що призводить до утворення та нагромадження в ґрунті небезпечних речовин. Ці сполуки можуть бути досить рухливими і потрапляти у ґрунтові та підґрунтові води, відкладатися в рослинах становити істотну загрозу вже для людини.

Особливу небезпеку становлять азотні добрива, які легко трансформуються в нітрати і нітрити за надмірної їх кількості, що вже є вкрай небезпечним.

У ґрунтовому середовищі, азотні сполуки є дуже рухливими та мають здатність легко нагромаджуватися за підвищеної їх концентрації [2, 18].

Особливу небезпеку високі фони азотних добрив становлять за вирощування ранніх овочевих культур.

Ґрунт – це основний засіб виробництва і одночасно джерело матеріальних благ [2]. Ґрунт характеризується обмеженістю та непереносимістю у просторі, а також володіє унікальною властивістю – здатністю самовідновлюватися. Раціональне використання ґрунту і відновлення його родючості є основою його охорони.

Будова профілю темно-сірого лісового опідзоленого легкосуглинкового ґрунту у Фермерському господарстві «КУШПТ» наступна:

гумусовий добре елювіований горизонт до 32 см, темно-сірий, з сивизною від присипки  $\text{SiO}_2$ , грудочкуватий, зернистий, ущільнений, перехід чітко виражений;

гумусово-ілювіальний горизонт потужністю 26 см, темнувато-сірувато-бурий, з сивизною від присипки  $\text{SiO}_2$ , грудочкувато-крупно-горіхуватий, щільний, зрідка із ходами черв'яків, пустотами від коренів, перехід чіткий;

ілювіальний горизонт потужністю 30 см сірувато-буруватого або коричнево-бурого кольору з темними плямами, чіткої крупно-горіхуватої структури, з білуватою присипкою і темно-коричневими глянцюватими плівками на гранях окремоостей;

перехідний до материнської породи горизонт з ознаками вмивання, жовто-бурого забарвлення з глибокими блідими прокрасами гумусом і білуватою присипкою по вертикальних тріщинах, грудкувато-призмоподібної структури, сильно ущільнений;

материнська порода, бурувато-жовтий суглинок, іноді з сизими плямами, щільний, крупно-грудочкуватий з карбонатними новоутвореннями у вигляді дутиків і журавчиків.

Застосування сучасної швидкісної важкої техніки і сільськогосподарських машин в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських культур призводить до негативних наслідків для ґрунту. Застосування високих норм мінеральних добрив, особливо азотних, меліорантів, різноманітних гербіцидів, інсектицидів, водної меліорації

сільськогосподарських угідь в комплексі чинить велике антропогенне навантаження на ґрунт, що призводить до різноманітних ґрунтових деградацій.

Деградація ґрунтів – це зниження чи повна втрата продуктивності орних ґрунтів чи пасовищ в результаті нераціонального використання людиною. Деградаційні процеси призводять до висушування ґрунтів, обмеження доступності ґрунтової вологи, загибелі рослин, зниження зв'язаності ґрунту, і як результат можливість швидкої вітрової ерозії та утворення пилових бур, а в кінцевому результаті - опустелення. Опустелення є наслідком як кліматичних змін, що практично є незворотними так і господарської діяльності людини. На відновлення одного сантиметра гумусного шару ґрунту в аридній зоні необхідно в середньому в 70 - 150 років. І це завдання не одного людського покоління [2, 18].

Деградації ґрунту поділяються на

- фізичні (дефляція і змив, деструктуризація, переущільнення, пересушення, заболочення);
- фізико-хімічні (втрата потужності гумусного горизонту, дегуміфікація, закислення засолення первинне і вторинне);
- біологічне (ґрунтовтома).

Основною причиною даних деградацій є неправильне сільськогосподарське використання ґрунтів, супутніми - вирубування лісів, заболочення водойм, зникнення малих рік тощо.

Значну роль при цьому відіграють промислове забруднення повітря і водойм, відходами хімічного виробництва і синтетичними миючими засобами.

Зменшити виробниче навантаження і ті негативні його наслідки на навколишнє середовище можливо, на переконання багатьох науковців методами мінімалізації і обробітку ґрунту в стані «фізичної стиглості», дотримання науково-обґрунтованих сівозмін, внесення тільки розрахункових норм мінеральних добрив, біологізації технологічних процесів,



впроваджувати системи точного землеробства. Одним з методів біологізації технологій можуть слугувати використання сучасних менш токсичних препаратів хімічного захисту рослин або біологічних препаратів, нових комплексних халатних мінеральних добрив.

#### **4.2. Водні ресурси, їх стан та охорона**

Вода – один з найважливіших екологічних чинників, без якого життя на землі неможливе. Вода – це основа життя людини, тому її треба оберігати [18].

Щоб запобігти забрудненню води в у Фермерському господарстві «КУШПТ», господарські двори і ферми розміщують як далі від водних джерел з дотриманням усіх умов охорони навколишнього середовища.

Забруднення поверхневих та підземних вод призводить до зміни фізичних властивостей, що шкідливо впливає на людину, природу і сільськогосподарське виробництво.

На території господарства до джерел забруднення водою належить в основному побутово-господарські стоки і змиті з сільськогосподарських угідь добрива, пестициди.

Всі речовини, що забруднюють води і які викликають у них якісні зміни розподіляють на мінеральні, органічні, бактеріальні і біологічні [18].

Мінеральні добрива – це пісок, попіл, розчин емульсій, солей, кислот і мінеральних добрив та інші неорганічні сполуки. Вони погіршують фізико-хімічні властивості води, викликають отруєння фауни водою.

Органічні забруднення містять різноманітні речовини рослинного і тваринного походження. До цієї групи належать барвники, спирти, альдегіди, органічні сполуки, пестициди, що змиваються у водойми із сільськогосподарських угідь, систематичні поверхневі активні речовини. Біологічні забруднення надходять у водойми з побутовими стічними водами, а також з тваринницьких ферм і комплексів. Використання талої води для життя, побутових потреб призводить до захворювання холерою, дезінфекцією, інфекційними хворобами.

Щоб запобігти захворюванню здоров'я, забрудненню водою потрібно, перш за все, самим оберегати воду.

Охорона водою полягає у забезпеченні широкого комплексу протиерозійних заходів у межах водозаборів, які схильні до водної ерозії, створенню лісових смуг, чагарників [2].

Особливу увагу приділяють будівництву водорегулюючих гребель.

Вода неоцінне багатство, без якої неможливе життя на планеті Земля. Це добре розуміють керівники і спеціалісти господарства і все спрямовують для того, щоб забезпечити збереження і покращення водних ресурсів.

Згідно положення “Про водоохоронні зони малих рік і водоймищ України”, яке затверджене постановою Кабінету Міністрів 16 вересня 1998 р. №162, якщо річки знаходяться у водоохоронній зоні, то по обидві сторони річки відводяться прибережні смуги шириною 20 м, де забороняється регулярна оранка земель, застосування отрутохімікатів, випасання худоби і організація літніх таборів для худоби, стоянок автомашин, влаштовувати смітники та площадок для відходів виробництва.

Забезпечення водою тваринницьких ферм ведеться з внутрігосподарського водопроводу.

Мінеральні добрива і отрутохімікати зберігаються у спеціальних типових складах, що виключає можливість виливання їх у ґрунтові води.

### **4.3. Охорона атмосферного повітря**

Атмосферне повітря належить до категорії невичерпних ресурсів. Однак господарська діяльність людини впливає на атмосферу і змінює склад повітря. Ці зміни можуть бути настільки суттєвими, що виникає потреба охорони повітряного режиму [18].

Атмосферне повітря забруднюється кожної хвилини. Збільшення вмісту в атмосфері молекулярного і зв'язного азоту відбувається в основному за рахунок щорічного надходження в повітряне середовище окислів азоту, що утворюється при спалюванні мінерального палива в

теплових двигунах, а також молекулярного азоту в процесі денітрифікації хімічних добрив у ґрунтах.

Щоб зменшити забруднення повітря, необхідно розробляти заходи по охороні чистоти повітря у всіх сферах суспільного життя – розміщенні, проектуванні, будівництві і введення в експлуатацію підприємства, очисних споруд, при впровадженні винаходів, розробці корисних копалин та інших об'єктів, що впливають на стан атмосферного повітря [18].

#### **4.4. Рослинний і тваринний світ**

Рослинний і тваринний світ на території у Фермерському господарстві «КУШПТ» є важливим компонентом впливу на екологічну систему довкілля.

Різні види рослин і тварин підлягають охороні, рідкісні види потребують особливої охорони і заносяться до Червоної книги. України [18].

З метою збереження рідкісних видів рослин і тварин до червоної Книги України, а також видів, відтворення яких в природних умовах неможливе, спеціально уповноважені органи управління в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів зобов'язані вживати необхідних заходів для забезпечення охорони різних видів рослин і тварин, поліпшення середовища їх перебування, створення належних умов для їх розмноження або розведення та розселення.

Певні заходи проводяться по охороні тварин і птахів. Велику роль у боротьбі з шкідниками і комахами відіграють птахи. Тому в господарств складаються заходи спільно з учнями школи по збереженню гнізд птахів, місць їх гніздування. В зимовий час організовується годівля звірів і птахів. Велику допомогу в цьому надають рада мисливці, школярі. Виготовляють і розміщують шпаківні, синичники, різноманітні годівниці. Для того, щоб менше гинуло птахів, зайців під час збирання врожаю його проводять від центру врожаю до його країв [18].

Під час масового цвітіння ріпаку, конюшини, гречки огірків на поля виводять пасіки з бджолами. Це сприяє кращому запиленню культур і збирання з них нектару.

В даному розділі ми розглянули питання охорони природного середовища. Цей розділ дуже важливий при розробці дипломної роботи адже навколишнє середовище потребує бережливого ставлення до себе.

Ми задумуємося над цим питанням, коли стається лихо, тільки після того ми вживаємо якість заходи. Про природу потрібно думати кожний день і тоді ми будемо мати чисте повітря, прозорі водойми, екологічно чисті продукти харчування.

#### **4.5. Екологічна оцінка технології вирощування сої**

У нашій магістерській роботі ми вивчали вплив норм і форм застосування азотних добрив на динаміку агрохімічних показників темно-сірого ґрунту та продуктивність сої сорту Султана у Фермерському господарстві «КУШПТ».

У технології вирощування сої необхідно точно визначити норми внесення азотних мінеральних добрив, які не будуть обмежувати симбіотичну фіксацію біологічного азоту. Крім того мінеральні добрива істотно впливають на агрохімічні показники темно-сірого ґрунту, підкислюючи його. Проте таке підкислення не впливало на продуктивність сої, так як значення рН ґрунтового розчину знаходилось в межах оптимальних для неї значень [14].

Нами доведено, що знижені норми мінеральних азотних добрив  $N_{30}P_{52}K_{52}$ , внесених у формі діаміфоски (20 кг/га) і карбаміду (10 кг/га) позитивно впливав на продуктивність сої, підвищуючи її на 34,1%.

Збільшення норми внесення азотного добрива у формі карбаміду збільшувало продуктивність сої, не погіршуючи при цьому агрохімічних властивостей темно-сірого ґрунту. Застосуванням азотних добрив у формі карбаміду сприятиме покращенню екологічного стану ґрунту. Карбамід –

добриво тривалої дії. У ґрунті амідна форма карбаміду перетворюється спочатку в аміачну а потім в нітратну. Процес цей відбувається дуже повільно, тому азот з добрива рівномірно засвоюється рослиною. Це в свою чергу зменшує надмірне його нагромадження в рослині і ґрунті. Мало вимивається з ґрунту, втрати азоту – мінімальні. Це в свою чергу зменшить навантаження на ґрунт і сприятиме збереженню навколишнього середовища [18].

Таким чином застосування азотних добрив для оптимізації рівня азотного живлення сої у формі карбаміду сприяє підвищенню її продуктивності та захисту ґрунту від надмірного накопичення в ньому азотних сполук.

## Розділ 5

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1. Аналіз стану охорони праці у Фермерському господарстві

Сучасні технології виробництва сільськогосподарської продукції з Використання в сучасних інтенсивних технологіях нової техніки і сільськогосподарських машин та агрегатів, автоматизації більшості процесів виробництва потребують висококваліфікованого обслуговуючого персоналу і дотримання вимог правил техніки безпеки [12].

Згідно Статті 4 Закону України «Про охорону праці» власник виробництва зобов'язаний створити для працівників нешкідливі та безпечні умови праці на підприємстві.

Керівник ФГ «КУШПТ» згідно колективного договору і статуту підприємства безпосередньо є відповідальним за організацію і стан охорони праці та цивільної оборони. За охорону праці в рослинництві несе відповідальність агроном, а у машино-тракторному стані і майстернях – інженер.

Колективний договір між трудовим колективом і керівництвом господарства укладається кожного року.

Відповідальні за техніку безпеки спеціалісти щоразу напередодні запланованих польових робіт проводять інструктаж з безпеки й слідкують за його дотриманням.

За останні п'ять років в ФГ «КУШПТ» не зафіксовано випадків виробничого травматизму чи професійного захворювання, які оформляють актами за формою Н-1 та формою 7-ТВН.

Серед дрібних порушень техніки безпеки фіксували невчасне забезпечення працівників робочим спецодягом для роботи з мінеральними добривами чи пестицидами.

Щодо організації цивільної оборони в фермерському господарстві, то це питання потребує кращої організації і вирішення на рівні територіальної громади. Інженер разом з комісією штабу цивільної оборони проводять роз'яснення для населення правил з цивільної оборони, так як уже п'ятий рік ми воююча держава. Комісією цивільної оборони проводиться постійний контроль за потенційно небезпечними об'єктами, а саме складів ГЗМ і станції заправки, складу міндобрив і пестицидів, машинно-тракторного парку [12].

## **5.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки і пожежної безпеки за вирощування сої**

Основними технологічними операціями, які застосовують при вирощуванні сої є підготовка ґрунту до посіву, удобрення, посів, захист рослин від бур'янів, шкідників і хвороб [12].

Проводячи ці технологічні операції необхідно дотримуватись правил техніки безпеки і інструктажів інженерів чи агронома.

Особливу небезпеку становить нехтування правилами безпеки при роботі з засобами захисту рослин і мінеральними добривами. За нехтування цих правил можна отримати негативний вплив на людський організм [12].

До роботи з засобами захисту рослин чи мінеральними добривами допускаються працівники, яким виповнилося 18 років і які пройшли медичний відповідний огляд. Перед початком виконання технологічних операцій з цими засобами працівників інструктують з правил техніки безпеки і прийомами першої медичної допомоги при отруєнні. Крім того кожному працівнику виділяють комплект засобів захисту, залежно від класу токсичності препаратів і добрив, які передбачені в тій чи іншій технології.

Вживати їжу, палити під час виконання цих видів робіт категорично заборонено. Відпочинок чи обідня перерва проводиться у спеціальному приміщенні, яке віддалене не менш як а 200м від місця проведення технологічної операції. Обов'язковим для працівників є старанне миття рук і обличчя водою з милом після закінчення роботи чи перед обідньою перервою і просто відпочинком [12].

У наших дослідах ми застосовували такі форми мінеральних добрива як суперфосфат, калійну сіль та карбамід. Вони здатні подразнювати слизові оболонки і шкіру. Тому при виконанні цих видів робіт працівникам необхідно користуватися відповідним спеціальним одягом, респіраторами і гумовими рукавицями.

Внесення інсектицидів і фунгіцидів проводять у похмуру погоду ранком або вечором. Якщо ці операції проводять вдень, то лише за температури повітря до 25<sup>0</sup>С і поривах вітру не більше 3 м/с.

У працівників, які виконували ці роботи був скорочений робочий день, вони забезпечувалися спецодягом і відповідним харчуванням.

ФГ «КУШПТ» машинно-тракторний парк складається з сучасних тракторів і сільськогосподарських знарядь. Вони є досить складними в експлуатації так як система керування обладнана комп'ютерною системою. Тому працювати на цій техніці можуть лише ті працівники, мають відповідний досвід експлуатації такої техніки і спеціальний допуск до роботи з нею.

Забороняється ремонтувати техніку на ходу при виконанні певного агротехнічного заходу.

Механізатор повинен подати сигнал про початок руху, щоб присутні змогли відійти на безпечну відстань і не травмуватися.

Посів сої проводили сівалкою точного висіву, яка автоматично регулює норму висіву і глибину загортання насіння. Перед початком посіву обов'язково перевіряють справність сівалки.



Технічне обслуговування агрегатів проводять тільки за умови зняття тиску в системах.

Виконання процесів обприскування заборонено без наявності засобів індивідуального захисту. Заборонено залишати пестициди і використану тару без належного нагляду.

У наслідок перевірки встановлено, що посадовими особами Фермерського господарства «КУШПТ» не пройдено навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки у порядку, встановленому ПКМУ від 26.06.2013 р. № 444 «Про затвердження Порядку здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях».

Не було своєчасно проведено технічне обслуговування наявних первинних засобів пожежогасіння. Хлібний масив площею понад 25 га, з якого збирали врожай, не був забезпечений трактором з плугом на випадок пожежі. На всій зернозбиральній техніці, агрегатах та автомобілях не було обладнано справними іскрогасниками, не обладнано первинними засобами пожежогасіння (комбайни і трактори – двома вогнегасниками, двома штиковими лопатами, двома мітлами). Перед дозріванням колосових (у період воскової стиглості) хлібні поля в місцях прилягання їх до лісових масивів, автомобільних шляхів та залізниць не обкошені (із прибиранням скошеного) і не оборані смугою не менше 4 м завширшки. Хлібні масиви не забезпечені знаками пожежної безпеки.

Керівництво Фермерського господарства «КУШПТ» врахувало упущення і усунуло їх до жнив.

Збирали сою комбайном «Джон-Дір», який господарство недавно придбало. Механізатор, який працює на ньому пройшов відповідні курси і має дозвіл на його експлуатацію.

Протипожежна безпека – комплекс технічно - організаційних заходів для попередження пожеж і для їх.

Мінеральні добрива і засоби захисту рослин зберігаються у тарі виробника у добре провітрюваних складських приміщеннях. Вони обладнані

спеціальними протипожежними засобами: сокирами, відрами, вогнегасниками, ящиками з піском та іншими знаряддями й звуковою сигналізацією.

### **5.3. Захист населення в надзвичайних ситуаціях**

Природно-техногенна безпека України на сьогоднішній час багато в чому залежить від рішень керівництва місцевих територіальних громад. Зміна клімату (глобальне потепління) спричинила появу на території держави і господарства зокрема, природних катастрофічних явищ, які раніше були не притаманні для географічних широт України. Це урагани, тайфуни, раптові зливи і інші. Вони як і застаріле обладнання чи технології можуть слугувати причинами також і промислових катастроф і різного рівня аварій. А отже величезної ваги набирають своєчасне попередження і проведення заходів з захисту населення в надзвичайних ситуаціях [18].

Відповідальність за вирішення цих завдань згідно Закону України «Про цивільну оборону» від 13 лютого 1993 року та інших нормативних актів несуть органи виконавчої влади і держадміністрації на місцях [18].

На території господарства разом із сільською радою с. Крупець і Радивилівською райдержадміністрацією створено штаб ЦО. При ньому функціонує ряд спеціальних служб для охорони різноманітних об'єктів та окремих галузей виробництва від НС: медичну службу і службу оповіщення та зв'язку, аварійно-технічну службу. В даний час для нормального функціонування цих служб необхідно виділяти більше коштів, що є проблематично.

На території нашого господарства та сусідніх господарств і територіях немає об'єктів природного і техногенного характеру, які становлять потенційну небезпеку.

Аварії, які можуть статися на даних об'єктах потенційно можуть привести до викидів небезпечних речовин. Пошкодження підземного

газопроводу або високовольтних електричних мереж та ліній зв'язку можуть спричинити загрози людському життю і здоров'ю. Аналогічні ситуації можуть скластися і при аваріях на пунктах заправки, складах сільськогосподарської хімії.

Керівництво ФГ «КУШПТ» спільно з штабом ЦО розробило плани ліквідації аварій та проведення рятувальних операцій і аварійно - відновних робіт за виникнення НС.

В загальному стан охорони праці в та захист населення від надзвичайних ситуацій можна вважати задовільним. Для покращення ефективності цих заходів бажано проводити такі заходи:

- регулярно проводити інструктажі з техніці безпеки;
- строго дотримуватись правил і вимог техніки безпеки в технологічних операціях вирощування сільськогосподарської продукції;
- контролювати технічну справність і правила експлуатації потенційно-небезпечних об'єктів.

## ВИСНОВКИ

1. За період з квітня до листопада 2020-2021 років середня температура повітря і середня максимальна підвищувалися у 2021 році стрімкіше, ніж у 2020 році. Загалом за квітень-вересень 2020 року сума опадів сягнула 668 мм, у 2021 році у цей же період випало 675 мм. Погодні умови вегетації за роки досліджень були сприятливішими за середньобагаторічні і найкращими 2020 року.

2. Вивчені дози удобрення не сильно впливали на вміст гумусу у темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті. Істотно ресурси гумусу поповнилися лише на +0,17% і становили 2,27% за дози мінерального удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ .

3. Мінеральне удобрення сої суттєво впливали на концентрацію азоту, фосфору і калію в орному шарі. Додатній баланс основних елементів живлення підтримують норми  $N_{55-80}P_{52}K_{45}$ .

4. Потужність азотфіксувального комплексу бактерій залежить від норм внесення мінеральних добрив під сою. За числом активних бульбочок 39,9 од. і їх масою 0,67 г перевагу мала норма мінімального удобрення  $N_{30}P_{52}K_{52}$  у фазі квітки. Збільшення дози азотних добрив до  $N_{55-80}$  спричиняло пригнічення бульбочкоутворення.

5. За середнім у 2020-2021 роки максимальна густина сої була за дози удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . Відносно контролю без добрив густина рослин була на 28,8% вищою.

6. Експериментальні дози мінеральних туків стабільно збільшували врожайність зерна сої. Доза  $N_{80}P_{52}K_{52}$  забезпечила надвишку врожаю 1,38 т/га 2020 року та 1,29 т/га 2021 року. Дещо менші прибавки забезпечили нижчі дози добрив.

7. Внесення мінеральних добрив за норми  $N_{30}P_{52}K_{52}$  збільшувало нагромадження протеїнів в зерні сої, порівняно з контролем. Збільшення

норми азотних добрив до 55-80 кг д.р. на га сприяло збільшенню синтезу білків на 2,1-6,8%, порівняно з контролем.

8. Збільшення рівня мінерального удобрення до норми  $N_{55}-P_{52}K_{52}$  спричинило зниженню вмісту сирого жиру на 1,1-1,7%.

9. На удобрених варіантах рівень рентабельності вирощування зерна сої становив 80,6-88,3% і був найвищим за агрономічно найефективнішої норми мінерального удобрення  $N_{80}P_{52}K_{52}$ . Умовно чистий прибуток на цьому варіанті становив 26195 грн/га.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для рентабельного вирощування сої з вищою врожайністю 3-3,5 т/га високими якісними показниками зерна на темно-сірому лісовому опідзоленому легкосуглинковому ґрунті Кам'янка-Бузького р-ну Львівської області рекомендуємо вносити під культуру сорту Сандра азотно-фосфорно-калійні добрива в нормі  $N_{55-80}P_{52}K_{52}$ .

Достатній фон мінерального живлення сої зберігає родючість ґрунту, та забезпечує рівень рентабельності виробництва 88,3%.

## БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Авраменко С., Цехмейструк М., Магомедов Р., Шелякін В., Адаменко О. Фітнес для сої. *Агробізнес сьогодні*, 2014. №14. С.18-21.
2. Агрогрунтознавство: навч. посіб. /Лопушняк В. І., Данилюк, В. Б., Гаськевич О. В., Лагуш Н.І. Львів,2016. 216с.
3. Адаменко С. М., Костюшко І. П. Підживлення сої та соняшнику. *Агроном*, 2015. № 2. С. 58-61.
4. Андрієнко А. Л. Вплив збільшення частки сої в структурі посівних площ та систем удобрення на її урожайність та якість насіння. *Корми і кормо виробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2010. Вип. 66. С.128-132.
5. Андрієнко А. Л., Семеняка І. М., Андрієнко О. О., Мащенко Ю. В. Вплив системи удобрення та мікробних препаратів на продуктивність сої при різному насиченні нею сівозміни. *Бюлетень Інституту зернового господарства*, 2011.№40. С. 133-138.
6. Бабич А. О. Соеве поле України. *Агроном*, 2010. №1. С.174-178.
7. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.:Аграрна наука, 2011. 548с.
8. Бахмат О. М. Екологічні основи удобрення та інокуляція на урожайність насіння сої в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 2013. Вип.1 . С.122-127.
9. Бикін А. В., Козачок О. Я. Вплив удобрення на врожай та якість сої за прямої сівби (без обробітку ґрунту). *Вісник НУВГ та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*, 2016. Вип.1(73). С.123-129.
10. Бикін А.В., Генгало Н.О. Ефективність застосування добрив і гуміту калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному. *Науковий вісник НУБіП України*, 2011. Вип. 162,Ч.2. С. 137-144.
11. Господаренко Г. М., Єщенко Н .Б. Окупність мінеральних добрив

урожаєм сої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*, 2012. Вип. 81. Ч.1. С. 8-14.

12. Гряник Г.М., Лахман С.Д, Бутко Д. А. Охорона праці: навч. посіб. К.: Урожай, 1994. 272 с.

13. Деревянський В. П. Продуктивність сої залежно від застосування мікробіологічних препаратів та гербіцидів. *Карантин і захист рослин*, 2012. № 4. С. 12-18

14. Дзюбайло А. Г. Завірюха П. Д. Бобові культури. Навчальн. посіб. Дубляни, 2004. 211с.

15. Дзюбайло А. Г. Мигаль І. Б. Формування продуктивності сортів сої залежно від норм висіву насіння, удобрення та інокуляції. *Корми і кормовиробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2011. Вип.69. С. 129-132.

16. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Технологічні показники якості сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Українського Полісся. *Вісник ЖНАЕУ*, 2017. №1. Т.1. С.57- 64.

17. Дідора В. Г., Ступніцька О. С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України. *Вісник аграрної науки*, 2016. №3. С.33-39

18. Злобін Ю. А. Основи екології: навч. посіб. Київ. «Лібра», 1998. 248с.

19. 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.

20. Козар С. Ф. Вплив комплексної бактеризації на продуктивність сої. *Вісник аграрної науки*, 2015.№5. С.49-52.

21. Комок М. С., Волкогон В. В., Косенко Л. В. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій з рослинами сої в залежності від виду біопрепарату. *Мікробіологічний журнал*. 2010. Вип.11. С.7-19.



22. Кулик С. М. Формування симбіотичного апарату та зернова продуктивність сої залежно від удобрення в умовах Західного Полісся. *Агроекологічний журнал*, 2016. №4. С.149-153.
23. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М., Панасюк О. В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах західного Лісостепу. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*, 2016. Вип. 60. С.33-42.
24. Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 120 культур: навч. посіб. / В.Лихочвор та ін.. Наук. ред. В.Лихочвора, В.Петриченка. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с
25. Лихочвор В. Соя виходить за межі Соевого поясу. *Пропозиція*, 2010. №4. С.58-60.
26. Лісовал О. Система застосування добрив: навч. посіб. К.: Вища школа, 2002. 317с.
27. Марков І. Як сою максимально забезпечити азотом. *Агробізнес сьогодні*, 2014. № 17,. С.27-28.
28. Маринич О.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, О. М. Петренко, П. Г. Шищенко // *Український географічний журнал*. 2003. №1 С. 16–20.
29. Маслак О. Економіка сої. *Agroexpert*, 2014. №1. С.30-33.
30. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208с.
31. Мигаль І. Вплив рівня мінерального живлення на урожайність і якість насіння сої. *Вісник Львівського НАУ: агрономія*, 2009, №12 (1). С. 111-116.
32. Молдаван В. Г., Молдаван Ж. А. Собчук І. С. Формування елементів структури врожаю сої залежно від способів основного обробітку ґрунту, удобрення та передпосівної обробки насіння. *Корми і кормовиробництво*:

міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2017. Вип.84. С. 114-119 .

33. Мурач О. М., Волкогон В. В. Особливості формування симбіотичного апарату сої та продуктивність культури за впливу ризогуміну, мікроелементів і стимулятора росту рослин. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 2013. Вип. 18. С.87-99.

34. Нагорний В. І., Романько Ю. А. Агроекологічне значення та роль сої в екологізації сільськогосподарського виробництва. *Вісник Сумського НАУ*. 2009. Вип. 11(18). С.79-83.

35. Панасюк Р.М. Продуктивність і якість зерна сої залежно від сорту та інокуляції на різних фонах удобрення в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне і гірське землеробство і тваринництво*, 2009. Вип.51. С.104-109.

36. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. та ін. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400с.

37. Петриченко В.Ф., Іванюк І.С. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. *Аграрний тиждень.*, 2010. №9. С.12  
Польовий В. М., Кулик С. М. Вплив удобрення та вапнування на продуктивність сої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія»*, 2015. Вип.9(30) . С.132-138.

38. Посівні площі, валовий збір, урожайність — сільське господарство України за 30 років у цифрах. 23 серпня 2021, 10:00.  
<https://superagronom.com/articles/535-posivni-ploschi-valoviy-zbir-urojajnist--silske-gospodarstvo-ukrayini-za-30-rokiv-u-tsifrah>

39. Прус Л. І. Вплив агротехнічних заходів на продуктивність сої. *Агроекологічний журнал*, 2017. №1. С.62-67.

40. Серветник О.В. Ефективність застосування позакореневих підживлень азотним добривом карбамід у системі удобрення сої. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2017. Вип.84. С. 120-125.*

41. Соя : монографія. В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизева, О. О. Посилаєва, П. В. Чернищенко. Х: ФОП Цуварева Н. М., 2016. 400с.

42. Темрієнко О. О. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Наукові доповіді НУБіП України*, 2018. №3(73).С.31-42.

43. Ткаченко М. А., Драч Ю. О., Блащук М. І. Оптимізація удобрення сої за видовим генотипом співвідношення основних елементів живлення. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. К., 2016. Вип. 2. С.34-43.

44. Чинчик О. С. Тривалість вегетативного періоду та фаз росту і розвитку сої залежно від сортових особливостей і удобрення. *Корми і кормовиробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2016. Вип.82. С. 133-137.

45. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво: міжвід.темат. наук. зб.* Вінниця, 2016. Вип.82. С. 69-77.

46. Чорна В. М. Фотосинтетична і насіннева продуктивність сої залежно від інокуляції та ретардантів в умовах Правобережного Лісостепу. *Науковий вісник національної академії наук*. К., 2016. Вип. 235. С.48-58

47. Шевчук М.Й., Веремеєнко С. І., Лопушняк В.І. Агрохімія: підручник : у 2 ч. Ч. 2: Добрива та їх вплив на біопродуктивність ґрунту. Луцьк : Надстир'я, 2012. – 439 с

48. Шовкова О. В.. Вплив елементів технології вирощування на фотосинтетичну та насінневу продуктивність посівів сої. *Вісник ЖНАЕУ*, 2015. №2(50). Т.1. С.464- 471.

49. Штадлер А. Соя – культура з перспективою. *Агроном*, 2014. №4. С.98-101.

50. Щербачук В. М. Продуктивність сої сорту Устя залежно від удобрення в умовах західного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.*, Вінниця, 2015. Вип.80. С. 72-76 .

51. Фізико-географічне зонування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>

52. Агроґрунтове районування України. URL: <http://geomap.land.kiev.ua/zoning-1.html>

ua/zoning-2.html.

53. Температура повітря, опади і вітряність за даними метеоспостережень Метеостанції м. Кам'янка-Буська, URL: [https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/41/7/](https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/41/7/)

54. Температура повітря і опади за даними метеоспостережень Метеостанції м. Львів. URL: <https://meteopost.com/weather/climate/>

55. Jung, W., F. Mabood, Souleimanov, A., Zhou, X., Jaoua, S., Kamoun, F. and Smith, D.L. 2008. Stability and antibacterial activity of bacteriocins produced by *Bacillus thuringiensis*. Kurstaki. Journal of Microbiology and Biotechnology, 18: 1836-1840.

56. Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T. and Yermiyahu, U. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. Advanced Agronomy, 130:141 – 174.

## **ДОДАТКИ**

## Технологічна карта вирощування сої

Площа – 100 га

Попередник – озима пшениця

Природна зона – Львівське Опілля

Урожайність, ц/га

Валовий збір, ц

- основної продукції 40- основної продукції 4000- побічної продукції 40- побічної продукції 4000

| Види робіт                              | Одиниця виміру | Обсяг робіт | Норма виробітку | Тарифна ставка, грн./га | Технічні засоби для виконання робіт       | Вартість матеріальних ресурсів: пальне, насіння, добрива, пестициди та ін., грн. | Амортизація та непередбачені витрати, грн.. | Всього витрат по виду робіт, грн. |
|---|----------------|-------------|-----------------|-------------------------|---|--|---|-----------------------------------|
| 1                                       | 2              | 3           | 4               | 5                       | 6   | 7  | 8   | 9                                 |
| Лушіння стерні                          | га             | 1           | 20              | 8                       | Challenger MT 865B + БПД 6.0              | 10 л x 17 грн. = 170 грн.  | 50  | 228                               |
| Внесення мінеральних добрив:            | ц              | 15          | -               |                         | Транспортний засіб ПЄ-08х 2 рази          | Перевезення – 50 грн.  |   | 3376,1                            |
| 3А. Діамофоска                          | ц              | 2           | 25              | 5                       | John Deere 6930 + Kongsilke 4024          | 1,3 л x 17 грн. = 22.1 грн.<br>2 л x 17 грн. = 34 грн.<br>2000 грн. + 1200 грн.  | 60  |                                   |
| Оранка на h = 25-27 см                  | га             | 1           | 5               | 20                      | Challenger MT 865D + Kverneland PM 100-6  | 15 x 17 грн. = 255 грн.  | 60  | 335                               |
| Культивація з боронуван. після оранки.  | га             | 1           | 15              | 8                       | Case Qvadrac 550 + Vaderstad Aggressive   | 5 x 17 грн. = 85 грн.  | 60  | 153                               |
| Передпосівна культивування комбінатором | га             | 1           | 25              | 10                      | Case Qvadrac 550 + Lemken Gigant          | 7 x 17 грн. = 119 грн.   | 50  | 179                               |
| Транспортування насіння                 | кг             | 6           | -               | 10                      | Транспортний засіб                        | 3 л x 17 грн. = 51 грн.  | 50  | 131                               |
| Сівба з формуванням технологічної колії | ц              | 1           | 30              | 20                      | Challenger MT 865D + Vaderstad Rapid S800 | 6л x 17 грн. = 102 грн.<br>Насіння 0.3 п.о. = 1186грн.                           | 60  | 1368                              |
| Транспортування води                    | ц              | 3           | -               | 5                       | Автоцистерна 28000/TIR                    | 1,3 л x 17 грн. = 22.1 грн.  | 30  | 57,1                              |

| 1  | 2  | 3 | 4  | 5          | 6   | 7  | 8          | 9           |
|--|----|---|----|------------|---|--|------------|-------------|
| Внесення гербіцидів  | га | 1 | 25 | 20         | John Deere 6630 + Berthoud Маххор4000   | 1,3 л x 17 грн. = 22.1 грн.<br>Команд 0,18л x 523,3<br>грн.=94,3 грн.<br>Султан 1,75л x 896 грн. =<br>1568 грн.<br>Пантера 1,2л x 115 грн. =<br>138 грн. | 40         | 1882,4      |
| Транспортування води   | ц  | 3 | -  | 5          | Автоцистерна 28000/TIR  | 1,3 x 17 грн. = 22.1 грн.  | 30         | 57,1        |
| Внесення фунгіциду та інсектициду  | га | 1 | 25 | 20         | John Deere 6630 + Berthoud Маххор4000   | 1,3 x 17 грн. = 22.1 грн.<br>Карамба Турбо 0,4 л x 920<br>грн. = 368 грн.<br>Пірінекс Супер 0,6 л x 422<br>грн. = 253,2 грн.                             | 50         | 703,3       |
| <b>Всього по осінньому циклу робіт</b>   |    |   |    | <b>136</b> |   | <b>7784</b>  | <b>540</b> | <b>8470</b> |
| Перше підживлення азотом, навантаження, перевезення, внесення (N <sub>68</sub> ) | га | 1 | 25 | 10<br>10   | John Deere 6930 + Konskilde 4024,<br>TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб) | 3 л x 17 грн. = 51 грн.<br>3 л x 17 грн. = 51 грн.<br>Селітра 2 ц x 600 грн. =<br>1200 грн.  | 50         | 1372        |
| Друге підживлення азотом, навантаження, перевезення (N <sub>68</sub> )           | га | 1 | 25 | 10<br>10   | John Deere 6930 + Konskilde 4024,<br>TIR/trailer, manipulator(Транспортний засіб) | 3 л x 17 грн. = 51 грн.<br>3 л x 17 грн. = 51 грн.<br>Селітра 2 ц x 600 грн. =<br>1200 грн.  | 50         | 1372        |
| Транспортування води х 2 рази  | ц  | 3 | -  | 10         | Автоцистерна 28000/TIR  | 1.3 л x 17грн. = 20 грн. x<br>2 рази = 40 грн.   | 40         | 90          |
| Внесення інсектициду та фунгіциду  | га | 1 | 25 | 20         | John Deere 6630 + Berthoud Маххор4000   | 1,3 л x 17 грн. = 20 грн.<br>Дерозал 0,2 л x 400 грн. =<br>80 грн.<br>Тілмор 0,35 л x 848,6 грн.<br>= 297 грн.<br>Біская 0,3 л x 1400 грн. =<br>420 грн. | 50         | 887         |

| 1                                    | 2  | 3 | 4  | 5          | 6                                     | 7  | 8           | 9            |
|--------------------------------------|----|---|----|------------|---------------------------------------|--|-------------|--------------|
| Внесення інсектициду та фунгіциду    | га | 1 | 25 | 20         | John Deere 6630 + Berthoud Maxxor4000 | 1,3 л x 17 грн. = 20 грн.<br>Дерозал 0,2 л x 400 грн = 80 грн.<br>Оріус 0,45 л x 480 грн = 216 грн.<br>Маврік 0,2 л x 2000 грн. = 400 грн. | 50          | 786          |
| <b>Всього по догляду за посівами</b> |    |   |    | <b>90</b>  |                                       | <b>4177</b>  | <b>240</b>  | <b>4507</b>  |
| Пряме комбайнування                  | га | 1 | 10 | 50         | Claas Lexion 6700                     | 17 л x 17 грн. = 289 грн.  | 120         | 459          |
| Транспортування насіння              | т  | 3 | 30 | 10         | John Deere 6930 + Bailey TB 9         | 5 л x 17 грн. = 85 грн.  | 40          | 125          |
| Очистка насіння                      | т  | 3 | -  | 10         | Riela Prof-Seed 1004-A                | Ел. енергія – 100 грн.   | 60          | 170          |
| Сушіння насіння                      | т  | 3 | -  | 20         | Riela GDT 300/24/3                    | Газ – 300 грн.   | 50          | 370          |
| <b>Всього по збиранню</b>            |    |   |    | <b>90</b>  |                                       | <b>774</b>   | <b>270</b>  | <b>1124</b>  |
| <b>Разом по технології</b>           |    |   |    | <b>316</b> |                                       | <b>12735</b>   | <b>1050</b> | <b>14101</b> |



### Статистичне опрацювання результатів досліджень 2020 р.

Одиниці виміру, т/га  
 Варіантів 4 ,Повторень 3  
 Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення |      |      |
|---------|---------|------------|------|------|
| 1       | 2.13    | 2.15       | 2.11 | 2.12 |
| 2       | 2.76    | 2.15       | 3.09 | 3.03 |
| 3       | 3.17    | 3.17       | 3.05 | 3.28 |
| 4       | 3.42    | 3.50       | 3.42 | 3.35 |

Середнє по досліді - 2.87 т

Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадрат. | Ст. свободи | Середн. кв. | F     |
|-----------|---------------|-------------|-------------|-------|
| Загальна  | 3.47          | 11          |             |       |
| Повторень | 0.10          | 2           |             |       |
| Варіантів | 2.88          | 3           | 0.96        | 11,36 |
| Залишку   | 0.50          | 6           | 0.08        |       |

Помилка середн. = 0.17 Помилка різниці середн. = 0.23

**НІР = 0.58 т або 20.05%**

Сила впливу фактора = 0.83

Точність досліді = 5.79% Варіювання даних = 19.58%

**Статистичне опрацювання результатів досліджень 2021 р.**

Одиниці виміру, т/га  
 Варіантів 4 ,Повторень 3  
 Вихідні дані

| Варіант | Середнє | Повторення |      |      |
|---------|---------|------------|------|------|
| 1       | 2.19    | 2.22       | 2.10 | 2.24 |
| 2       | 2.96    | 2.91       | 2.97 | 2.99 |
| 3       | 3.22    | 3.28       | 3.18 | 3.20 |
| 4       | 3.58    | 3.59       | 3.50 | 3.65 |

Середнє по досліді - 2.99 т

## Таблиця дисперсій

| Дисперсія | Сума квадр. | Ст. свободи | Середн. кв. | F      |
|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Загальна  | 3.17        | 11          |             |        |
| Повторень | 0.01        | 2           |             |        |
| Варіантів | 3.14        | 3           | 1.05        | 367.15 |
| Залишку   | 0.02        | 6           | 0.01        |        |

Помилка середн. = 0.03 Помилка різниці середн. = 0.04

**НІР = 0,11 т або 3,58%**

Сила впливу фактора = 0.99

Точність досліді = 1.03% Варіювання даних = 17.99%