

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та екології

Кафедра рослинництва

МАГІСТЕРСЬКА
ДИПЛОМНА РОБОТА

на тему:

**«ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ ЗА РІЗНОЇ
ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ЕЛЕМЕНТАМИ МІНЕРАЛЬНОГО
ЖИВЛЕННЯ»**

Виконав: здобувач вищої освіти
ОПП Екологічне рослинництво
спеціальності 201 Агрономія
ступеня вищої освіти магістр
Колісник Юрій Володимирович

Керівник: Єремко Л.С., канд. с.-г. наук, доцент

Рецензент: Ласло О.О., канд. с.-г. наук, доцент

Полтава – 2021 року

ЗМІСТ

ст.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.....	5
РОЗДІЛ 1. РОЛЬ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ	
1.1. Поживний режим як фактор підвищення продуктивності сої.....	9
1.2. Вплив мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів на формування продуктивності сої.....	12
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Ботанічна характеристика сої.....	15
2.2. Біологічні особливості сої.....	17
РОЗДІЛ 3. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень.....	20
3.2. Погодні умови місця проведення досліджень	21
3.3. Методика проведення досліджень	23
3.4. Агротехнологічні особливості вирощування сої.....	25
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ	
4.1. Особливості росту і розвитку рослин на різних фонах мінерального живлення.....	30
4.2. Вплив мінерального удобрення та інокуляції насіння на фотосинтетичну діяльність посівів сої.....	34
4.3. Формування симбіотичного апарату сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення.....	38
4.4. Продуктивність сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення.....	40
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	42
РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	44
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	47
ВИСНОВКИ	50
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	52
ДОДАТКИ.....	59

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Важливим завданням агропромислового комплексу України є підвищення рівня виробництва білкових ресурсів рослинного походження продовольчого і фуражного спрямування, основним джерелом яких є зернобобові культури. За значного скорочення виробництва продукції тваринництва та ускладнення соціально-економічного становища мешканців країни роль зернобобових культур у харчуванні населення значно зросла.

Однією із найбільш розповсюджених культур, світового землеробства є соя. Вона відіграє ключову роль серед стратегічних рослин світу. Її висока енергетична і споживча вартість обумовлюється високим вмістом білка на рівні 30–55 %, жиру – від 13 до 26 %, вуглеводів – від 20 до 32 %. Зола містить багато калію, фосфору, а також вітаміни (А, В1, С, В2, Є, К, D1, D3, РР) [1, 2].

За рахунок високого вмісту білка, що характеризується надзвичайно сприятливою збалансованістю його амінокислотного складу, соя є важливим замінником продуктів тваринного походження у харчуванні людини.

Зерно сої є сировиною для виготовлення соусів, молока, сиру, котлет, замінників яєчного порошку, кондитерських виробів, ковбас, консервів та ін. Їх використовують як дієтичний продукт харчування, що містить антисклеротичні речовини. Особливістю хімічного складу зерна сої є вміст у ньому фосфатидів – лецитину і нефаліну, що відіграють важливу роль у живленні нервової тканини [3].

Введення до раціонів сільськогосподарських тварин сої значно покращує використання грубих і соковитих кормів.

Соя належить до складових частин кругообігу речовин у природі, завдяки фотосинтетичній діяльності і здатності до біологічної фіксації атмосферного азоту, її вирощування надає можливість покращувати азотний баланс ґрунтів, фітосанітарний стан посівів та суттєво підвищувати продуктивність одиниці сівозмінної площі [4].

Актуальність теми. Серед факторів, що визначають рівень урожайності сої важливе місце належить живленню рослин, яке сприяє кращому їх росту,

розвитку та підвищенню рівня продуктивності. Важливими агротехнологічними прийомами, що здатні покращувати забезпеченість рослин елементами мінерального живлення є застосування мікробіологічних препаратів, макро- та мікроелементів.

Мікробіологічні препарати за рахунок здатності штамів мікроорганізмів, що є їх основою до фіксації молекулярного азоту атмосфери, відіграють ключову роль у екологізації землеробства. Їх значення у підвищенні продуктивності рослин не обмежується лише процесом азотфіксації. Разом із покращанням забезпеченості рослин азотом, підвищується стійкість рослин до негативного впливу факторів навколишнього середовища [5, 6].

Фізіологічна роль мікроелементів полягає в тому, що вони є складовими частинами ферментів, вітамінів, гормонів та інших біологічно активних речовин, що приймають участь в окислювально-відновних процесах, вуглеводному і азотному обмінах. Більшість мікроелементів є каталізаторами біохімічних реакцій, спрямованих на підвищення стійкості рослин до негативної дії біотичних та абіотичних екзогенних факторів навколишнього середовища [7].

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було визначення впливу системи мінерального живлення на ростові процеси, фотосинтетичну діяльність та продуктивність посівів сої.

Досягнення поставленої мети базувалося на вирішенні наступних завдань:

- дослідити особливості формування структури посівів, росту і розвитку рослин сої у них залежно від системи удобрення;
- вивчити особливості фотосинтетичної діяльності посівів сої залежно від доз внесення мінеральних добрив, проведення допосівної обробки насіннєвого матеріалу мікробіологічним препаратом та комплексом мікробіологічного препарату і мікродобрива;
- дослідити вплив системи удобрення на формування симбіотичного апарату сої;

– визначити ефективність мінерального удобрення, та проведення обробки насіння мікробіологічним препаратом та комплексом мікробіологічного препарату і мікродобрива перед сівбою у процесі формування зернової продуктивності посівів сої.

Об’єкт і предмет досліджень. *Об’єкт досліджень* – процеси проростання насіння та формування оптичної щільності посівів, лінійного росту і розвитку рослин у них, наростання листкової поверхні, нагромадження надземної органічної біомаси, індивідуальна продуктивність рослин та урожайність зерна сої залежно від застосування макро- і мікроелементів, мікробіологічного препарату.

Предмет досліджень – урожайність зерна, мікробіологічний препарат, мікродобриво, мінеральні добрива.

Методи досліджень. Для викорання поставленої мети у ході проведення досліджень використовували методи: польовий – для вивчення впливу ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування та елементів агротехнологічного процесу на предмет досліджень; візуальний – для визначення морфологічних змін процесу онтогенетичного розвитку рослин; вимірювальним та ваговим – для визначення біометричних показників висоти рослин, розмірів листкової поверхні, маси абсолютно сухих рослин, величини врожаю зерна.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що уперше в умовах зони Лівобережного Лісостепу України визначено ефективність комплексного застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Бобові на основі бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* і мікродобрива Оракул насіння у допосівній обробці насіння та сівби його на фоні внесення фосфорно-калійних добрив.

Практичне значення одержаних результатів полягало в удосконаленні агротехнологічного процесу вирощування сої сорту Діона на основі впровадження інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату Ризоактив бобові та мікродобрива Оракул насіння а також внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив дозою діючої речовини $P_{70}K_{70}$. Поєднання даних

елементів технології вирощування забезпечило збільшення урожайності сої сорту Діона до 2,76 т/га.

Особистий внесок здобувача. Магістерська дипломна робота є самостійним дослідженням автора. У ході написання роботи автором проведено аналітичний огляд зарубіжної та вітчизняної наукової літератури за науковою тематикою роботи. Закладено та проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано результати досліджень, на основі яких сформовано висновки та надано рекомендації виробництву.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень та основні положення магістерської дипломної роботи оприлюднені і обговорені на IX науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 27 листопада 2021 року.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 2 тези в збірнику матеріалів науково-практичної конференції:

1. Єремко Л.С., Колісник Ю.В. Вплив системи удобрення на формування продуктивності сої / Матеріали IX науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні питання та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», Полтава, 27 листопада 2021 року. Полтава, 2021.

Структура та обсяг магістерської дипломної роботи. Загальний обсяг дипломної роботи становить 70 сторінок загального друкованого тексту. Магістерська дипломна робота складається із вступу, 7 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури налічує 81 найменування.

РОЗДІЛ 1

РОЛЬ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ У ФОРМУВАННІ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

1.1. Поживний режим як фактор підвищення продуктивності сої

Основною метою процесу виробництва зернової продукції є підвищення рівня продуктивності сільськогосподарських культур та покращання їх якісних показників за рахунок агротехнологічного процесу вирощування. Вагомим фактором реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності певного сорту чи гібриду є оптимізація поживного режиму його рослин.

Загальновідомо, що для формування 1 ц зерна посіви сої потребують від 7,2 до 10,0 кг азоту, від 1,8 до 4,0 кг фосфору, від 2,2 до 4,4 кг калію [8]. Потреба у забезпеченості рослин азотом на 60 % задовольняється за рахунок симбіотичної азотфіксації азоту повітря [9].

Динаміка поглинання макроелементів впродовж вегетаційного періоду є нерівномірною. У першій половині вегетації (сходи-початок цвітіння) рослини засвоюють близько 18 % азоту, 15 % фосфору і 25 % калію. Інтенсивність поглинання поживних речовин із ґрунту є найвищою у період бутонізації-формування бобів і наливу зерна. У цей період потреба рослин у макроелементах збільшується до 80 % азоту, 80 % фосфору, 50 % калію від загальної кількості споживання.

Максимальна кількість азоту засвоюється рослинами у період цвітіння-формування бобів, фосфору – на початкових етапах розвитку сої (від появи сходів до гілкування), калію – на час формування та наливу бобів [10].

Вирощування сої за сучасними інтенсивними технологіями передбачає застосування мікроелементів поряд із внесенням азотних, фосфорних і калійних добрив [11].

Разом із рівнем продуктивності посівів система удобрення визначає і якісні показники отриманого врожаю. Тривалими багаторічними дослідженнями ряду науковців [12, 13] доведено достовірний позитивний вплив поєднання внесення

мінеральних добрив та застосування мікродобрив за передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин на величину врожаю та біохімічні характеристики насіння сої [14].

Разом з тим покращання забезпеченості рослин сої основними елементами мінерального живлення сприяє підвищенню інтенсивності ростових процесів, внаслідок чого збільшується конкурентоспроможність рослин по відношенню до бур'янів [9].

Соя, як культура, що має біологічну властивість вступати у симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями, залишає на 1 га площі в середньому за вегетаційний період близько 60–150 кг/га біологічно фіксованого азоту, який у свою чергу використовується послідовними культурами сівозміни на 90–100%. [15]. Разом з тим її рослини за рахунок процесу бобово-ризобіального симбіозу здатні задовольнити на 60-70 % власної потреби в азоті [16].

У агротехнологічному процесі вирощування соя позитивно реагує на внесення «стартових» доз мінерального азоту на рівні N_{30} , що забезпечують поглинання рослинами даного елемента до формування симбіотичної системи [17, 18].

Наразі існує декілька тверджень щодо внесення мінеральних азотних добрив під сою. Згідно першого – застосування мінерального азоту при вирощуванні даної культури є недоцільним, оскільки рослини здатні задовольняти свою потребу у цьому елементі за рахунок фіксації його з повітря.

Згідно другого – соя потребує внесення «стартових» доз мінерального азоту, на рівні 10-30 кг/га для забезпечення рослин даним елементом на початкових етапах розвитку (до формування симбіотичного апарату) у процесі формування асиміляційної поверхні.

Важливу роль у життєдіяльності рослин сої відіграє фосфорне живлення. Фосфор є складовою частиною мінеральних та органічних сполук (нуклеопротеїдів, нуклеїнових кислот), що відіграють ключову роль у процесах біосинтезу білка, росту та розмноження, а також передачі спадкових ознак.

Відмічено збільшення урожайності зерна сої за внесення азотних і фосфорних добрив дозою діючої речовини $N_{60}P_{60}$.

Для нормального проходження вегетаційного періоду соя потребує оптимізації рівня споживання калію, що є складовою частиною молекул білка та інших органічних сполук, підвищує життєдіяльність організму, підвищує осмотичний тиск і тургор.

Відмічено, що сумісне внесення калію, азоту і фосфору надає можливість підвищити зернову продуктивність посівів сої на 1,9 – 8,0 ц/га.

Важливого значення у життєдіяльності сої мають мікроелементи, що сприяють інтенсифікації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, підвищенню урожайності, покращанню якісних показників, підвищенню стійкості рослин до ураження хворобами [19].

Задля забезпечення доступними формами макро– і мікроелементів у системі удобрення сої доцільно проводити застосування багатокomпонентних, хелатних добрив, що характеризуються високим коефіцієнтом засвоюваності [20].

Поряд з тим мікроелементи є надзвичайно важливими для процесу інтенсивного засвоєння азоту з повітря. Рекомендованим агроприйомом є позакореневе підживлення рослин у фазі 6–7 листків, за 3–7 днів до початку цвітіння та за виявлення перших ознак їх дефіциту [21]. Його проведення надає можливість більш повної реалізації потенційної продуктивності сортів за рахунок кращої забезпеченості рослин елементами мінерального живлення у критичні періоди росту і розвитку, підвищення активності процесів фотосинтезу та симбіотичної азотфіксації [22].

Потреба бобових культур у мікродобривах зростає після застосування підвищених норм мінеральних добрив. Саме в таких умовах позакореневі підживлення мікродобривами є обов'язковим. Рослини сої на початку вегетації ростуть повільно, коренева система ще слабо розвинена, тож особливого значення для формування майбутнього врожаю має проведення позакорневих підживлень мікродобривами у критичні етапи розвитку. Першим таким етапом

є фаза 3-5 трійчастих листків. Проведення позакореневого підживлення рослин у цей час надає можливість оптимізації основних фізіологічних процесів, що пов'язані із розвитком кореневої системи та становленням бобово-ризобіального комплексу. На пізніх етапах репродуктивного розвитку, у фазу формування бобів, у зв'язку з початком відтоку поживних речовин з листя до насіння, соя різко знижує активність кореневої системи. Проведення позакорневих підживлень мікродобривами в цей період сприяє подовженню терміну функціонування фотосинтетичного апарату, накопиченню рослинної біомаси і підвищенню врожайності [22].

У разі виникнення загрози посилення теплових, водних або інших стресів та для зменшення пестицидного навантаження ефективним є проведення позакорневих підживлень за використання біологічно-активних препаратів з високим вмістом гумінових речовин, амінокислот та комплексів на основі високодоступних сполук кремнію.

1.2. Вплив мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих мікроорганізмів на формування продуктивності сої

Вагомим фактором формування високопродуктивних агроценозів сільськогосподарських культур є наявність у ґрунті доступних для рослин поживних речовин, особливо сполук азоту.

Потреби рослин у споживанні даного елемента більш ніж на 2/3 забезпечуються за рахунок біологічної його форми. У сумарному споживанні зернобобовими культурами азоту на частку біологічної форми даного елемента припадає від 60 до 90 % [23].

За оптимальних умов функціонування бобово-ризобіального симбіозу величина потенційних розмірів симбіотичної азотфіксації можуть сягати рівня 130-390 кг/га [24].

У процесі біологічної фіксації молекулярного азоту атмосфери рослини зернобобових культур, у тому числі і сої, можуть засвоювати до 60-180 кг азоту на 1 га і залишати у корневих і пожнивних рештках близько 45-130 кг азоту, 10-

30 кг фосфору і 20-70 кг калію [25]. Проте на думку деяких дослідників внесок симбіотичної азотфіксації у загальний баланс «біологічного» азоту є незначним. Навіть в агроєкосистемах доля бобових культур не перевищує 10 % від загальних посівів сільськогосподарських культур, а в природних фітоценозах бобові рослини є присутніми лише на перших етапах рослинних сукцесій і практично відсутні у клімакських екосистемах [23].

За сучасних умов ведення агротехнологічного процесу вирощування зернобобових культур особливої актуальності набуло питання підвищення рівня біологічної азотфіксації за рахунок впровадження ефективних заходів, що забезпечують збільшення виробництва продукції поряд із економією високозатратних енергетичних ресурсів [26, 27].

Соя, як і інші зернобобові культури має унікальну здатність поєднувати два важливих процеси живлення – фотосинтез та біологічну фіксацію молекулярного азоту повітря. Її рослини вступають у симбіотичні взаємовідносини із бульбочковими бактеріями виду *Bradyrhizobium Japonicum*, які постачають фіксований атмосферний азот у формі органічних сполук у критичні періоди росту і розвитку сої, що надає можливість формування стабільних та екологічно безпечних врожаїв [28, 29].

Цілеспрямоване керування процесом біологічної азотфіксації базується на знаннях механізмів його перебігу. Встановлення бобово-ризобіального симбіозу відбувається у ході взаємодії геномів макро- і мікросимбіонту, що розпочинається у період проростання насіння, за дії його екзометаболітів на властивості бульбочкових бактерій формувати симбіотичні взаємовідносини з рослинами [28].

Характер взаємодії рослин зернобобових культур із бульбочковими бактеріями у період формування симбіотичних взаємовідносин є специфічним і проявляється у здатності певного виду ризобій інфікувати відповідні йому рослини певної культури з утворенням корневих бульбочок.

Молекулярною основою даного процесу вважається вуглевод-білкова і білок-білкова взаємодія [29], що полягає в універсальній властивості лектинів

(рослинних білків) мати специфічну й неспецифічну взаємодію з вуглеводними детермінантами біополімерів без їх хімічного перетворення. Вони можуть зв'язуватися як із моно-, так і з олігосахаридами, а також із залишками вуглеводів, що входять до складу деяких органічних речовин – глікопротеїдів, полісахаридів, глікозидів [30]. Напрямок дії ексудатів насіння обумовлюється їх концентрацією, тривалістю періоду проростання насіння, сортовими особливостями та симбіотичними характеристиками штамів-інокулянтів. [30].

Важливим агротехнологічним прийомом підвищення ефективності фіксації молекулярного азоту, що сприяє формуванню високопродуктивних агроценозів та покращання біохімічних показників урожаю є допосівна обробка насіннєвого матеріалу мікробіологічними препаратами, виготовленими на основі активних штамів бульбочкових бактерій. Проведення даного елемента технології, за мінімальних витрат, надає можливість збільшити рівень урожайності зерна чи зеленої маси на 15-20 % та підвищити вміст білка у отриманій продукції на 1-2 % і тим самим покращити його якість [30].

Разом з тим застосування бактеріальних препаратів поліфункціональної дії поліпшує мінеральне живлення рослин, зменшує рівень пошкодження їх шкочинними організмами, підвищує вміст біологічного азоту у ґрунті, знижує темпи розкладання гумусових речовин, покращує структурованість ґрунту, зменшує випаровування вологи ґрунту і масштаби ерозії [31].

Численні наукові спостереження свідчать, що проведення інокуляції насіння ризоторфіном та мікроелементами підвищує стійкість рослин до ураження кореневими гнилями, аскохітозом, несправжньою борошнистою росою, забезпечує інтенсифікацію формування симбіотичного апарату сої та його симбіотичну діяльність, прискорює ростові процеси, процеси формування асиміляційної поверхні, збільшує її фотосинтетичну продуктивність, що безпосередньо відображується на продуктивності рослин.

Застосування мікробіологічних препаратів, як елементу технологічного процесу вирощування сої сприяє підвищенню врожайності її зерна на 10-30 % та підвищенню рівня вмісту білка в зерні [32].

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ботанічна характеристика сої

Соя культурна *Glycine hispida* Max відноситься до роду *Glycine* L., який налічує 60 видів. Соя є однорічною трав'янистою рослиною, що формує стрижневу кореневу систему. Головний корінь короткий, від нього у верхній частині відходять бічні корінці, які становлять близько 60 % маси кореня. Основна маса коренів розташовується у орному шарі ґрунту. Довжина кореневої системи може сягати близько 2 м і більше.

За проведення інокуляції ефективними штамами бульбочкових бактерій на головному корені та бічних корінцях відбувається формування крупних бульбочок, у яких відбувається біологічна фіксація азоту. За сприятливих умов коренева система однієї рослини може складатися із 25–60 бульбочок і більше [33].

Листки сої складні, трійчасті з прилистками та прилисточками для кожного листочка, мають черешки та розміщуються почергово. Листочки цілокраї, широкі, вузькі або проміжні, мають широкояйцеподібну, овальну, овально-видовжену, широколанцетну, ромбічну, клиноподібну форму, з притупленим або гострим кінчиком [34]. Поверхня листя є опушеною [35].

У початковий період розвитку соя виносить на поверхню ґрунту дві сім'ядолі. Потім розвиваються два супротивних примордіальних листочки, що можуть мати овальну, округлу, ланцетоподібну, списоподібну форму. Надалі на рослинах формуються різні за формою трійчасті листки. Забарвлення підсім'ядольного коліна зелене або зелене з антоціановим відтінком.

Стебло колінчасте, має округлу форму. Його висота може становити 0,4 до 1,5 м, а довжина міжвузлів може змінюватися від 3 до 15 см.

Залежно від того, під яким кутом відхиляються гілочки від головного стебла, кущ має стиснуту, напіврозлогу або розлогу форму.

Висота прикріплення нижніх гілочок варіює у межах від 1 до 18 см. У деяких форм приріст стебла у висоту припиняється наприкінці цвітіння, у інших – триває майже до початку достигання. Залежно від цього їх поділяють на форми із закінченим, проміжним і незакінченим типом росту стебла [34].

На час настання достигання стебло набуває жовтуватого-бурого або рудого кольору. Стебло сої опушене, колір опушення змінюється від сіро-білого жовто-бурого. Малоопушені рослини характеризуються меншою стійкістю до впливу несприятливих екзогенних абіотичних та біотичних чинників [33].

Суцвіття сої являє собою невелику китицю, що складається з 2-20 мілких метеликового типу квіток білого, світло-фіолетового або фіолетового кольору, з розміщенням у пазухах листків, на верхівці стебла і на бокових гілках. У кожній китиці від 2 до 20 квіток і більше. Квітки складаються із 10 тичинок, дев'ять з яких зростаються, а одна є вільною.

Маточка має одну верхню одногніздову зав'язь, у якій формується і розвивається декілька насінневих бруньок. Стовпчик маточки невисокий, злегка зігнутий. Приймочка маточки має плескату, розширену форму, густо вкрита залозистими сосочками. [34].

Соя у своїй більшості належить до самозапильних рослин. Запліднення відбувається у фазі закритої квітки. Після запилення і запліднення на рослинах формуються боби довжиною 3-7 см, шириною 0,5-1,5 см прямої, зігнутої, серпоподібної форми або чоткоподібної форми, на кінці із дзьобиком.

На час достигання боби набувають світло-коричневого, жовтуватого-бурого, сіруватого-бурого, темно-сірого, рідко з різним відтінком, забарвлення.

Середня кількість бобів на рослинах варіює у межах від 10 до 40 і більше, що обумовлюється сортовими властивостями та умовами вирощування. У деяких сортів сої під час достигання боби розтріскуються під час достигання і насіння випадає на землю.

Висота прикріплення нижніх бобів над поверхнею ґрунту змінюється залежно від сортових особливостей та густоти рослин на одиниці площі, від 2 до 25 см.

У одному бобі здебільшого формується від однієї до чотирьох насінин, найчастіше дві–три. Насіння має овальну, кулясту, видовжену, ниркоподібну форму. Його забарвлення може бути жовтого, зеленувато-жовтого, коричневого або чорного кольору. Насіннєвий рубчик овальної, клиноподібної, лінійної форми, жовто-білого, коричневого, темно-коричневого або чорного забарвлення [34].

2.2. Біологічні особливості сої

За своїми біологічними особливостями соя належить до теплолюбних, вологолюбних культур короткого дня, сформованих в умовах теплого мусонного клімату. Разом з тим, соя характеризується високою пластичністю до зміни умов вирощування, що обумовлює досить широкий ареал її поширення – від екватора до 56⁰ північної широти.

Свого повного розвитку рослини сої досягають за умов забезпеченості тепловими ресурсами на рівні від 1700 до 2900 °С за середньодобової температури повітря не нижче 15 °С [35]. Особливо вимогливою до забезпеченості теплом соя у період проростання насіння. Мінімальні значення температури повітря для проростання її насіння становлять 10–12 °С, оптимальні – 15–20 °С [36]. Разом з тис проростки сої можуть витримувати дію знижених температур (до -2-3 °С).

За недостатнього прогрівання ґрунту процес проростання насіння значно уповільнюється, одночасно з цим збільшується кількість загнилого насіння. Вимоги сої до забезпеченості теплом не зменшуються впродовж усього вегетаційного періоду.

За достатньої забезпеченості теплом та вологою соя має швидкі темпи приросту надземної частини, формує потужну асиміляційну порвехню. Значення найбільш сприятливої середньодобової температури повітря знаходяться у межах від 18 до 22 °С. За недостатнього прогрівання повітря (нижче 15 °С) відбувається затримка у рості і розвитку сої.

На час досягання насіння, зниження середньодобової температури повітря до 10–12 °С спричиняє гальмування або навіть повну зупинку процесів його наливу та досягання [35].

Зниження температури повітря до -2...-3 °С у цей час у напівдозрілих рослин спричиняє тільки пошкодження листків, а після настання теплої погоди процес досягання продовжується.

За сухої осені дозрілі рослини витримують і більші зниження середньодобової температури, однак за тривалого підвищення вологості повітря та значного похолодання, схожість насіння зменшується.

Значний негативний вплив на формування врожаю сої має різке похолодання у фазі цвітіння, а дія у цей час зниженої до -2 °С температури повітря спричиняє загибель рослин [35].

Активне формування симбіотичного апарату сої відбувається за прогрівання ґрунту до 25 °С [34].

Наукові дослідження щодо впливу гідротермічного режиму на процес формування урожайності сої свідчать, що першочергове значення у реалізації генетично обумовленого потенціалу продуктивності має забезпеченість рослин тепловими ресурсами [37]. Разом з тим соя є вимогливою до умов вологозабезпеченості, культурою. Найбільш сприятливі умови формування високих урожаїв насіння сої створюються за умов рівномірного випадання близько 300–350 мм дощу впродовж трьох теплих місяців, хмарності на рівні 6–7 балів та відносної вологості повітря у межах від 70 до 75 % [34].

Для набубнявіння та нормального проростання насіння сої потребує 130–160 % води від своєї маси. Частка споживання вологи впродовж вегетаційного періоду сої є досить нерівномірною. У період сходи-гілкування рослини поглинають близько 7–8 % вологи від загальної потреби, у фазах гілкування–цвітіння вологоспоживання сої збільшується до 20–22 % від загальної потреби. У період цвітіння-формування бобів та їх наливання і досягання частка потреби рослин у воді збільшується до 29–31 % та 35–40 % відповідно.

Фази цвітіння, формування бобів, наливання насіння є критичним за вологоспоживанням, і дефіцит води в цей час може призвести до різкого зниження врожаю [34].

За транспіраційним коефіцієнтом соя займає проміжне місце в групі зернобобових культур. Для середніх розрахунків приймають, що на синтез 1 кг сухої речовини сої необхідно 500–530 кг води. Інтенсивність транспірації поступово зменшується за фазами органогенезу [34].

Вагомими факторами, що визначають розвиток сої є інтенсивність і спектральний склад світла. У період від появи сходів до цвітіння соя потребує сонячного освітлення високої інтенсивності, переважно з короткохвильовими променями. На час формування репродуктивних органів дана культура більшою мірою потребує сонячного світла слабкої інтенсивності, переважно з довгохвильовими променями [38, 39].

Соя є невимогливою до ґрунтів, вона успішно росте на ґрунтах майже усіх типів. Для її вирощування придатними є чорноземи, каштанові, дерново-підзолисті, бурі лісні ґрунти, супіски і суглинки. Ця культура може рости і на болотному мулі, а за достатнього зволоження і удобрення – на піщаних ґрунтах [40]. Соя також росте на ґрунтах з неглибоким орним шаром, різного механічного складу і з достатньо високим стоянням ґрунтових вод. Для її вирощування підходять ґрунти із реакцією ґрунтового розчину рН від 5,5 до 8,5, але оптимальні показники знаходяться у межах від 6,5 до 7,0. На ґрунтах з рН вище 9,6 і нижче 3,9 соя не росте, хоч її насіння проростає [34].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунтових умов місця проведення досліджень

Дослідження із вивчення ефективності застосування мікродобрив і мікробіологічного препарату були проведені на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Загальна площа сільськогосподарських угідь господарства становить 4088 га, із них під орні землі відведено – 3974 га, багаторічні насадження – 87 га, вигони – 27 га.

Більша частина території господарства розміщена на чорноземі типовому малогумусному глибокозакіпаючому (2611 га) та чорноземі малогумусному (1470 га) [41]. Решта ґрунтів, загальна площа яких становить 169,0 га - це чорнозем глибокий малогумусний різних ступенів змитості, а в балках - з накладеним відбитком періодичного перезволоження, що відбувається за рахунок посилення водних потоків весною і восени [42].

Ґрунти території господарства утворилися на лесі, що являє собою пухку, нешарову породу палево-жовтого кольору, збагачену карбонатами кальцію і магнію [42].

За механічним складом чорнозем типовий малогумусний є важким суглинком. Вміст грубого пилу у ґрунті становить 37 – 43 %, мулуватих часток у ньому – 25 – 38 %. Перерозподіл колоїдних частин по профілю незначний [41].

Питома вага орного шару ґрунту (0-30 см) становить 2,63 г/см³, загальна пористість – 55,1 – 59,8 %, вологість стійкого в'янення - 8,9-9,4 %, польова вологоємність – 29,7-30,5 %, максимальна кількість продуктивної вологи – 19,5-20,4 мм [41].

За проведеними агрохімічними дослідженнями ґрунт ділянок досліду містить гумусу в горизонті 0-20 см 4,9 – 5,2 %, в горизонті 35-45 см 3,72 – 4,07 % і на глибині 1,5 м – 0,6-0,7 %.

Ємність поглинання орного шару ґрунту становить 33,0 – 35,0 мг-екв. на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабкокисла, рН сольової витяжки 6,3. Гідролітична кислотність знаходиться на рівні 1,6 – 1,9 мг-екв. на 100 г ґрунту [41].

Орний шар ґрунту містить 5,44 – 8,10 мг азоту, що гідролізується (за Тюрінім і Коновою), 10 – 15 мг рухомого фосфору (за Чириковим), 16 – 20 мг на 100 г ґрунту калію (за Масловою) [42].

3.2. Погодні умови місця проведення досліджень

Погодні умови що склалися за вегетаційний період сої 2020 року були досить контрастними. Так, квітень місяць за температурним режимом був ідентичним, як за поточним так і багаторічним показником, тоді як травень був холоднішим на 0,8⁰С (14,9 проти 15,7 ⁰С). В цілому ж весна була теплішою від середньобагаторічних показників на 1,9⁰С (10,5 проти 8,6⁰С).

Сума опадів за три весняні місяці становила 172,0 мм, що на 64,6 мм більше від середньо статистичного показника. Слід також відмітити, що по місяцях вони розподілялися дуже не рівномірно. У березні і квітні їх випало менше на 8,5 і 8,0 мм, а у травні більше на 81,1 мм (126,6 проти 45,5мм).

Такий температурний і водний режими сприяв появі дружних сходів ранніх і пізніх сільськогосподарських культур, подальшого їх росту та розвитку.

По температурному режиму повітря, найспекотнішим був червень місяць з середньою температурою повітря 22,9⁰С, тоді як у липні і серпні ці показники відповідно становили 22,6 і 21,3⁰С. Відносно багаторічних даних перший місяць літа був теплішим на 3,5⁰С, а другий і третій на 1,4 і 1,2⁰С. Середньодобова температура повітря за літній період становила 22,3⁰С, за норми 20,2⁰С.

Опади, що пройшли їх кількість і інтенсивність також суттєво відрізнялися, як по місяцях, так і відносно багаторічних даних. У липні і серпні випало 50,2 та 16,9 мм, що відповідно менше від багаторічних даних на 10,9 і 25,8 мм, тоді як у червні на рівні норми. Сума опадів за літні місяці склала 152,6 мм за норми 169,0 мм.

В цілому за сільськогосподарський рік середня температура повітря була вищою на $3,3^{\circ}\text{C}$, а опадів випало на 11,3 мм менше.

Температурний та водний режими в основному були оптимальними для росту та розвитку сільськогосподарських культур на початк і не сприятливими у подальшому. Слід відмітити, що не значні весняні опади, та спекотне літо не дали можливості повністю використати генетичний потенціал сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.1

Значення температури повітря та кількості опадів за вегетаційний період 2020 року

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$ за місяць	9,3	14,9	22,9	22,6	21,3
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, $^{\circ}\text{C}$ фактично	26,0	30,0	33,2	37,4	33,6
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Опади, мм фактично за місяць	23,2	126,6	85,5	50,2	16,9
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7

У 2021 році початковий ріст і розвиток рослин відбувалися за дещо нижчої забезпеченості тепловими ресурсами щодо багаторічної норми. Середньодобова температура повітря у травні становила $15,6^{\circ}\text{C}$ за середньобагаторічних значень даного показника $15,7^{\circ}\text{C}$. В цілому за місяць випало 52,6 мм дощу проти 46,0 мм за багаторічними спостереженнями.

У червні спостерігалось інтенсивне наростання середньодобової температури повітря до $20,0^{\circ}\text{C}$ із перевищенням середньобагаторічних показників на $0,8^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів у цьому місяці перевищувала середньобагаторічну величину майже у 2 рази. Розподіл опадів впродовж місяця був нерівномірним. Переважно вони випадали у вигляді злив.

Липень був посушливим і спекотним. Середньодобова температура повітря цього місяця була вищою порівняно із багаторічними показниками на $3,0$

°С, а кількість опадів – меншою на 43 мм із нерівномірним їх розподілом. Максимальні значення температури повітря у полуденні години сягали позначки 38,0 °С, що на 4,8 °С перевищувало багаторічні показники.

У серпні середньодобова температура повітря становила 22,7 °С, і була вищою за багаторічну норму на 2,7 °С. Кількість опадів за місяць знаходилася на рівні 71,5 мм, однак їх розподіл був нерівномірним.

Таблиця 3.2

Значення температури повітря та кількості опадів за вегетаційний період 2021 року

Показники	Місяці				
	квітень	травень	червень	липень	серпень
Фактична середньодобова температура повітря, °С за місяць	8,1	15,6	20,2	24,2	22,7
Середньодобова температура, норма за місяць	9,3	15,7	19,4	21,2	20,1
Абсолютний максимум t повітря, °С фактично	25,0	29,0	34,0	38,0	34,0
норма	22,4	28,0	31,0	33,2	32,7
Абсолютний мінімум t повітря, °С фактично	-5,0	3,0	8,0	10,0	8,0
норма	-3,7	2,1	6,8	9,9	8,5
Опади, мм фактично за місяць	51,5	52,6	133,3	18,1	71,5
Опади, мм багаторічна норма за місяць	31,2	45,5	65,2	61,1	42,7

3.3. Методика проведення досліджень.

Наукові дослідження за темою магістерської дипломної роботи проводилися впродовж 2020-2021 рр. у польових умовах на території державного підприємства “Дослідне господарство “Степне” Інституту свинарства і АПВ НААН”.

Програма проведення експериментальних досліджень передбачала вивчення впливу системи удобрення на урожайність зерна сої.

Дослід двохфакторний.

Фактор А – фони мінерального удобрення: без добрив, застосування мінеральних добрив у дозах діючої речовини $N_{35}P_{70}K_{70}$ і $P_{70}K_{70}$.

Фактор В – проведення допосівного обробітку насіння мікробіологічним препаратом на основі азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* Ризоактив Р (2,0 л/т) і комплексом даного мікробіологічного препарату і мікродобрива Оракул насіння (1,5 л/т). Варіанти і повторення досліду розміщувалися систематично у чотириразовій повторності. Облікова площа ділянки становила 50 м².

У ході польових досліджень проводили:

- фенологічні спостереження за розвитком рослин сої проводили згідно з “Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур”. Початок фази відмічали, за настання її у 10 % рослин і настання повної фази у 75 % рослин [43, 44].

- інтенсивність лінійних приростів у висоту визначали на відмічених 25 рослинах в двох несуміжних повтореннях [43, 45].

- Площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) і чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методикою А.А. Ничипоровича [46].

- вміст сухої речовини у рослинах сої визначали термостатно-ваговим методом [47].

- індивідуальну продуктивність рослин та загальну зернову продуктивність посіву визначали при використанні „Методических указаний по проведению полевых опытов с кормовыми культурами” [48, 49].

- економічну ефективність застосування елементів технології вирощування сої знаходили при використанні методичних рекомендацій „Біоенергетична ефективність вирощування кукурудзи на зерно [50-52].

3.4. Агротехнологічні особливості вирощування сої.

Соя є досить вимогливою культурою щодо розміщення її у сівозміні. У початковий період розвитку дана культура має слабку конкурентну здатність по відношенню до бур'янів, і тому потребує таких попередників, після збирання

яких поля б залишалися чистими. Найбільш доцільно її вирощувати після кукурудзи і пшениці озимої.

Недоцільними попередниками сої є горох, квасоля, нут, багаторічні бобові трави. Це пояснюється розвитком спільних для цих культур хвороб і шкідників. У короткоротаційних сівозмінах (чотири-п'ять полів) частка сої може становити 20-25% [53].

Сою не можна висівати поблизу насаджень акації і багаторічних бобових трав, що зумовлено поширенням загальних хвороб, і шкідників.

Найбільш ефективним у протиерозійному відношенні є розміщення посівів сої на рівних площах з невеликим схилом, що запобігає стоку опадів, змиттю ґрунту та більш повному використанню вологи рослинами.

Сою можна вирощувати як за чергування культур у сівозміні, так і беззмінно.

Соя є добрим попередником для ярих культур, а її ранньостиглі сорти, особливо за вирощування в південній частині Лісостепу - для пшениці озимої [54].

Технологія обробітку ґрунту у агротехнологічному процесі вирощування сої визначається морфо-біологічними особливостями сорту. Одним із факторів, що обмежує ріст і розвиток кореневої системи, є підвищена щільність ґрунту. Оптимальні параметри даного показника у початковий період розвитку сої складають – 1,10-1,20, у фазах цвітіння і формування бобів – 1,25-1,28 г/см³ ґрунту. Для уникнення небажаного ефекту на розвиток рослин доцільним є проведення оранки на глибину 22-28 см [55].

Численні наукові дослідження свідчать, що за наявності на полі значної кількості малорічних бур'янів доцільним є проведення лущення стерні попередника, застосування додаткового обробітку дисковими знаряддями у міру появи сходів бур'янів та пізньоосіннього безполицевого обробітку на ґрунту глибину 15-16 см або оранки без обертання скиби, що є завершальним заходом у циклі зяблевого обробітку ґрунту під сою. Даними агроприйомами досягається не тільки провокація сходів бур'янів а й їх повне знищення.

За засміченості поля коренепаростковими багаторічними бур'янами, після проведення лущіння стерні попередника проводять одну-дві культивації при використанні важких культиваторів на глибину до 14-16 см. Після цього поле орють на глибину 22-25 см, що, разом із значним зниженням забур'яненості, забезпечує оптимізацію параметрів агрофізичного стану орного шару ґрунту, накопичення у ньому вологи впродовж осінньо-зимового періоду [56].

Весняний передпосівний обробіток ґрунту при вирощуванні сої спрямований на максимальне збереження вологи, боротьбу з бур'янами, розпушування та вирівнювання посівного шару ґрунту.

З настанням фізичної стиглості ґрунту на легких ґрунтах застосовують боронування або комбінований обробіток ґрунту, що складається із культивації та боронування, на суглинкових і глинистих ґрунтах проводять лише культивацію.

По мірі появи бур'янів до проведення сівби поле культивують 2-3 рази на глибину від 10-12 до 6-8 см. Кратність проведення культивацій обумовлюється ступінню засміченості поля бур'янами та вологості ґрунту. За недостатнього рівня вологозабезпеченості ґрунту глибина культивацій та їх кількість зменшується. Безпосередньо перед сівбою необхідно провести культивацію з боронуванням.

Сівбу слід проводити якісним насіннєвим матеріалом (із сортовою чистотою не меншою ніж 98 %, лабораторною схожістю – не меншою ніж 90 %. Перед сівбою проводиться інокуляція насіння при використанні мікробіологічних препаратів на основі бульбочкових бактерій роду *Rhizobium* [57].

Слід пам'ятати, що більшість протруйників насіння мають негативний вплив становлення бобово-ризобіального симбіозу. У більшості випадків здоровий насіннєвий матеріал не потребує протруювання. Допускається спільна обробка біопрепаратами та малотоксичними протруйниками – Фундазолом, Бавістином, Вітаваксом. Використання фунгіцидів, що є середньотоксичними для бактерій (Байтан, ТМТД) є допустимим для використання за 2-4 тижні до

сівби. Застосування високотоксичних протруйників (Гранозан, Фентіурам) разом із мікробіологічними препаратами є недопустимим.

За проведення комплексної обробки насіння дозу біопрепаратів необхідно подвоїти. Недопустимо поєднувати біопрепарати, фунгіциди, стимулятори росту та мікроелементи в одній агротехнологічній операції.

Сівбу сої слід розпочинати за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 10-12 °C із глибиною загортання насіння 3-4 см. За умов посушливої весни глибину загортання збільшують до 5-6 см, щоб насіння лягло на вологе ложе. У ході проростання насіння сої поглинає близько 130-150% води від своєї маси. Проведення післяпосівного прикочування рекомендованим є лише на дуже легких супіщаних та піщаних ґрунтах [58].

На важких та середніх ґрунтах прикочування сої є недоцільним, оскільки може спричинити утворення ґрунтової кірки після випадання весняних дощів.

Рівномірна глибина загортання насіння у вологий ґрунт забезпечує скорочення періоду його набування, дружну появу сходів, рівномірний ріст і розвиток рослин.

Вагомим значенням формування високопродуктивних агроценозів сої має оптимізація її поживного режиму. У зоні Правобережного Лісостепу сівбу сої слід проводити інкульованим насінням на фоні мінерального удобрення у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$.

Одним із найголовніших факторів одержання високого врожаю є проведення агротехнологічних операцій, спрямованих на боротьбу із бур'янами, оскільки на забур'янених полях втрати врожаю сої можуть досягати 30-50 %.

Шкідливість бур'янів у поївах сої визначається їх видовим їх складом, умовами вологозабезпеченості ґрунту, тривалістю вегетаційного періоду сорту, потенційною забур'яненістю орного шару, проведення агротехнічних операцій по догляду за посівами [59].

Важливими заходами, що застосовуються у системі догляду за посівами є проведення досходового боронування через 3-4 дні після сівби, післясходового

боронування впоперек або по діагоналі до напрямку сівби та 2-3 міжрядних культивуації культиваторами КРН4,2А, УСМК-5,4А.

На дуже забур'яненених полях для знищення злакових і дводольних бур'янів слід застосовувати хімічне прополювання гербіцидами та їх сумішами до появи сходів сої ґрунтовими гербіцидами. Їх вибір потрібно здійснювати з особливою уважністю, оскільки ці препарати для того, щоб ефективно спацювати потребують достатньої ґрунтової вологозабезпеченості. Однак у випадку рясних дощів вони можуть промиватися на глибину залягання насіння та завдавати шкоди проросткам сої. За ранньої сівби ґрунтові гербіциди, які легко промиваються, використовувати не варто.

За високої вологості ґрунту та гранично низьких температур рослини сої можуть уражатися фузаріозом, аскохітозом, бактеріозом, склеротиніозом, несправжньою борошнистою росою (пероноспорозом), бактеріальним опіком, жовтою мозаїкою сої. Як профілактичний прийом для боротьби із даними хворобами ефективним є проведення глибокої зяблевої оранки та повної заробки рослинних решток, що виступають у якості джерела інфекції [60].

У ході проведення догляду за посівами сої важливим елементом є захист її рослин від шкідників, загальна кількість яких становить 114 видів. У їх загальній кількості на частку комах припадає 96,5%, слимаків – 2,6%, кліщів - 0,9%. Основними шкідниками проростаючого насіння та сходів є личинки росткових мух, дротяника, пластинчастовусих жуків, гусінь підгризаючих совок.

Сім'ядолі та першу пару справжніх листків можуть пошкоджувати різноманітні види листогризучих шкідників: сірим буряковим та бульбочковим довгоносиком, личинками зеленого коника та саранових.

Впродовж вегетаційного періоду листки сої можуть пошкоджувати шкідники, які смокчуть сік (клопи, трипси, тля, цикади). Найбільш розповсюдженою на листочках сої у період цвітіння-формування бобів є гусінь совки-гамми.

Для боротьби застосовують препарати на основі діючої речовини диметоат, фозалон, лямбда-цигалотрин. За період вегетації проводять 1-2

обробки посівів сої. Боби та насіння сої пошкоджується гусінню другого та третього поколінь акацієвої вогнівки та люцернової совки. На початку відродження гусені застосовують препарати на основі діючої речовини диметоат, фозалон, циперметрин з інтервалом проведення обприскувань 7-12 днів. За значного заселення поля шкідниками кількість обприскувань може бути збільшена до трьох. Для боротьби з акацієвою вогнівкою ефективним є застосування біологічного методу, що ґрунтується на внесенні трихограми в нормі 70-100 тис. екземплярів на гектар при виявленні яйцекладки акацієвої вогнівки на тильній стороні листків сої [60].

Під час планування проведення заходів боротьби зі шкідниками на посівах сої, необхідно враховувати, що після зімкнення рядків рослин слід застосовувати хімічну авіацію.

Сою збирають на час набуття зерном повної стиглості за знаження вологості зерна до 15-16 %. Проводять його комбайнами восени за нестійкої погоди, із зміною дощового періоду сухим, а нічних рясних рос – теплими сонячними днями. За даних умов навіть впродовж доби змінюється вологість зерна, його розміри і відповідно – стійкість щодо травмування. Основними ознаками повної стиглості є зерна обпадання листків, підсихання, побуріння стебел і всіх бобів. Насіння у цей період висихає і відокремлюється від стулок бобів, а його вологість знижується до 16-18 %. Сою збирають у стислі строки, у ході прямого комбайнування при використанні зернових комбайнів із соєвими жатками і переобладнаними на низький зріз серійними жатками до комбайнів, а барабанів – на знижену частоту обертання. Втрати можуть бути зведені до мінімуму при швидкості збирання 4-5 км/год [60].

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО ПРЕПАРАТУ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЇ

4.1. Особливості росту і розвитку рослин на різних фонах мінерального удобрення

Густота рослин є одним із важливих елементів продуктивності, що визначає рівномірність розподілу рослин на одиниці площі, їх ріст і розвиток впродовж вегетаційного періоду і у кінцевому підсумку, урожайність.

Численні наукові дослідження свідчать, що зрідження посівів є результатом недотримання норми висіву, низької якості насіннєвого матеріалу, надмірної глибини його загортання під час сівби, утворення ґрунтової кірки у період проростання насіння та появи сходів. За недостатньої кількості рослин на одиниці площі спостерігається їх сильне гілкування із утворенням значної кількості листків, бобів і насіння. За високої індивідуальної продуктивності рослин, загальна величина урожаю таких посівів буде низькою, що пояснюється неможливістю компенсувати їх кількість продуктивністю [61].

У таких посівах відмічається нерівномірне дозрівання бобів, зменшення висоти їх прикріплення, обламування гілок із бобами під дією вітру і опадів, внаслідок чого урожайність зерна зменшується в середньому на 0,34– 0,55 т/га [62].

У розріджених посівах сої зростає інтенсивність випаровування ґрунтової вологи а також створюються сприятливі умови для розвитку бур'янів.

Рівномірність розподілу рослин на площі визначається енергією проростання насіння, його схожістю та силою росту. У свою чергу схожість насіння обумовлюється його якісними показниками, агротехнологічними прийомами підготовки його до сівби, строками і способами проведення сівби, поживним і гідротермічним режимом ґрунту. За низької польової схожості значно збільшується розрив між нормою висіву насіння і кількістю сформованих у посіві, рослин.

Впродовж вегетаційного періоду на рослини сої має значний вплив екологічні та біотичні факторів довкілля. Так, за надмірного зволоження ґрунту, або, навпаки, за дії тривалих посух у критичні періоди росту і розвитку, рослини можуть випадати, як внаслідок негативного впливу даних факторів, так і від ураження хворобами, що є результатом їх впливу [61].

Показник густоти рослин визначали двічі за період вегетації культури на фіксованих ділянках, які закріплювали після появи сходів. Перший підрахунок густоти рослин проводили при настанні фази повних сходів, а перед збиранням урожаю її рахували вдруге. Перший облік при відомій нормі висіву дає змогу визначити польову схожість насіння, а другий – визначити виживаність на період збирання.

Вживаність рослин обумовлюється їх фізіологічними особливостями, впливом ґрунтово-кліматичних чинників та агротехнологічних прийомів [63, 64].

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив агротехнологічних прийомів, що вивчалися на початковий ріст і розвиток сої. Допосівна обробка насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Р сприяла підвищенню польової схожості насіння сої на 2,0 % щодо контролю. У варіантах комплексного застосування мікродобрива Оракул насіння і мікробіологічного препарату Ризоактив Р значення даного показника становили 84,0 %, за середніх показників на контрольному варіанті 80,5 % (табл 4.1).

Відмічено, що більш суттєвий позитивний вплив на динаміку появи сходів мало поєднання внесення мінеральних добрив і проведення допосівної обробки насіння бактеріальним препаратом і мікродобривом.

За проведення сівби інокульованого насіння на фонах внесення мінеральних добрив схожість насіння на 7,5-8,2 % була вищою щодо контролю. У варіантах поєднання мінерального удобрення та комплексного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива значення даного показника становили 89,5-9,5 % проти 86,3-87,3 % на контролі.

Таблиця 4.1

**Польова схожість насіння та збереження рослин сої впродовж вегетаційного періоду за різної забезпеченості елементами мінерального живлення, %
(середнє за 2020-2021 рр.)**

Варіанти допосівної	Варіанти	Густота рослин, тис/га		Коефіцієнт збереження
---------------------	----------	------------------------	--	-----------------------

обробки насіння	внесення мінеральних добрив	Повні сходи	Повна стиглість насіння	Польова схожість, %	рослин, % до кількості сходів
Без допосівної обробки насіння	-	483	409	80,5	84,5
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	524	469	87,3	89,4
	P ₇₀ K ₇₀	518	447	86,3	86,3
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	495	422	82,5	85,2
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	532	483	88,7	90,8
	P ₇₀ K ₇₀	528	477	88,0	90,3
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	504	445	84,0	88,3
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	543	506	90,5	93,2
	P ₇₀ K ₇₀	537	499	89,5	92,9

Разом з тим поєднання внесення мінеральних добрив та проведення допосівної обробки насіння сприяло покращанню умов росту і розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду і відповідному підвищенню рівня їх виживання. Коефіцієнт збереження рослин до завершення вегетаційного періоду за використання бактеріального препарату на фонах мінерального удобрення становив 90,3-90,8 %, за їх поєднання із мікродобривом - 92,9-93,2 %.

Умови початкового росту і розвитку рослин та проходження їх вегетаційного періоду були найбільш сприятливими за проведення допосівної обробки насіння комплексом мікробіологічного препарату і мікродобрива на фоні внесення N₃₅P₇₀K₇₀.

Мінеральне живлення та наявність достатньої кількості доступної для рослин вологи є одними із визначальних факторів протікання ростових процесів вегетативних і репродуктивних органів. Зазвичай впродовж вегетаційного періоду висота рослин збільшується, однак за несприятливих умов ростові процеси гальмуються.

Наразі загальновідомо про існування прямої залежності величиною урожаєм, та розмірами вегетативної маси, що пояснюється провідною функцією стебла і листків.

Результати досліджень свідчать про нерівномірне збільшення лінійних розмірів рослин сої впродовж вегетаційного періоду. У фазі третього трійчастого листка висота рослин була незначною. Надалі, до фази бутонізації було

відмічено значне посилення лінійних приростів рослин у висоту, а від фази цвітіння інтенсивність наростання надземної частини рослин сої дещо знижувалася (табл 4.2).

Таблиця 4.2

Динаміка висоти рослин сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення, см (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фази росту і розвитку рослин			
		третій трійчастий листок	бутонізація	цвітіння	повна стиглість
Без допосівної обробки насіння	-	9,4	30,8	46,9	58,2
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	11,6	40,4	58,9	65,9
	P ₇₀ K ₇₀	10,1	35,2	53,2	62,3
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	10,8	32,3	48,6	60,0
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	13,8	44,6	62,4	68,3
	P ₇₀ K ₇₀	12,3	38,1	57,2	66,8
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	11,2	34,7	51,3	61,5
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	14,5	45,9	63,5	69,5
	P ₇₀ K ₇₀	13,4	40,3	58,8	67,3

Середньодобові прирости рослин у висоту значною мірою обумовлювалися наявністю у ґрунті доступних для рослин поживних речовин. На фонах мінерального удобрення висота рослин збільшувалася порівняно з контролем на 4,1-7,7 см.

У варіантах поєднання інокуляції насіння і внесення мінеральних добрив інтенсивність ростових процесів рослин сої підвищувалася, а їх висота за рахунок цього збільшувалася до 66,8-68,3 см.

За комплексного застосування мікродобрива та мікробіологічного препарату на фонах мінерального удобрення лінійні прирости надземної частини рослин сої були найвищими, на що вказує збільшення їх висоти до 67,3-69,5 см за значень даного показника 58,2 см у контрольному варіанті.

4.2. Вплив мінерального удобрення та інокуляції насіння на фотосинтетичну діяльність посівів сої

Передумовою підвищення зернової продуктивності агроценозів сої є формування асиміляційної поверхні оптимальних розмірів із подовженим періодом її активного функціонування. Інтенсивність наростання фотосинтезуючої поверхні та її величина значною мірою обумовлюється рядом біотичних, абіотичних та антропогенних чинників, одним із яких є забезпечення рослин елементами мінерального живлення та мікроелементами. У їх групі є обов'язковими магній, що є складовою частиною хлорофілів, залізо, що приймає участь у процесах біосинтезу хлорофілу та залізовмісних сполук хлоропластів, марганець, як незамінний елемент реакцій окислення води, мідь, що впливає на інтенсивність синтезу органічних речовин.

Азот є одним із важливих складових пігментних систем та структури хлоропластів. Дефіцит фосфору та калію призводить до порушення фотохімічних і темнових реакцій фотосинтезу, зниження його інтенсивності.

Інтенсивність наростання асиміляційної поверхні рослин була нерівномірною впродовж вегетаційного періоду. На початкових етапах розвитку рослин темпи формування фотосинтетичного апарату були незначними. Від фази третього трійчастого листка до цвітіння наростання асиміляційної поверхні було максимальним. Від початку генеративної фази росту за формування бобів та наливу насіння інтенсивність вегетативного росту сої поступово зменшувалася і відповідно зменшувалося наростання фотосинтетичного апарату. Від формування бобів і до повної стиглості зерна розміри асиміляційної поверхні скорочувалися за ріхунок висихання листків нижніх і середніх ярісів, органічні сполуки з яких реутилізувалися до насіння (табл 4.3).

Таблиця 4.3

**Динаміка наростання листкової поверхні на рослинах сої за різної
забезпеченості елементами мінерального живлення, тис. м²/га
(середнє за 2020-2021 рр.)**

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фази росту і розвитку рослин				
			бутонізація	цвітіння	формування	повна (фізіологічна) стиглість

		третій трійчастий листок			бобів	зерна
Без допосівної обробки насіння	-	8,9	24,7	38,6	43,2	34,8
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	10,9	26,3	40,4	45,1	36,9
	P ₇₀ K ₇₀	9,8	25,8	39,5	44,7	35,7
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	9,4	26,2	39,2	44,7	35,4
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	11,7	27,8	40,8	46,8	38,7
	P ₇₀ K ₇₀	10,6	27,2	39,8	45,3	36,5
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	9,7	26,8	39,8	45,8	36,7
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	12,4	29,1	41,7	47,2	39,2
	P ₇₀ K ₇₀	11,2	28,4	40,6	46,4	37,1

Результати досліджень показали, що застосування досліджуваних елементів технології сприяло покращанню умов формування асиміляційної поверхні посівів сої. На час формування бобів, коли листковий апарат в цілому за вегетаційний період був найбільш розвиненим, у варіантах внесення мінеральних добрив його величина знаходилася на рівні 44,7-45,1 тис. м²/га.

За сівби інокільованого насіння на фонах мінерального удобрення, що вивчалися значення даного показника перевищували контрольний варіант на 2,1-3,6 тис. м²/га.

За обробки насіння комплексом мікродобрив і мікробіологічного препарату листкова поверхня посівів сої була найбільш розвиненою. Її розміри знаходилися у межах від 37,1 до 39,2 тис. м²/га, тоді як на контрольному варіанті площа листкової поверхні посівів сої становила 43,2 тис. м²

Рівень реалізації генетичного потенціалу сорту визначається не тільки розмірами асиміляційної поверхні, а й тривалістю її ат активної фотосинтетичної діяльності, що визначає фотосинтетичний потенціал (ФП) посіву. Даний показник виражає сумарну площу листків за весь вегетаційний період, відображає інтенсивність ростових процесів рослин та швидкість їх розвитку, формування асиміляційного апарату сої залежно від впливу екзогенних факторів.

Найвища продуктивність агроценозу забезпечується за умов найбільш інтенсивного наростання листкової поверхні та збереження її в активному стані

тривалий період. Тож застосування елементів технології вирощування культури повинно бути спрямованим на забезпечення поглинання максимальної кількості фотосинтетично активної радіації та використання її у процесі фотосинтезу.

Результати досліджень свідчать про позитивний вплив агротехнологічних прийомів, що вивчалися на формування фотосинтетичного апарату та подовження тривалості його перебування у активному стані.

Проведення інокуляції насіння сприяло збільшення фотосинтетичного потенціалу посівів сої на 0,08 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ щодо контролю, а за комплексного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива фотосинтетична потужність посівів зростала до 2,03 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$ за значень даного показника на контрольному варіанті 1,86 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$.

Найбільш сприятливі умови формування фотосинтетичного потенціалу посівів сої створювалися у варіанті поєднання допосівної обробки насіння комплексом мікродобрива і бактеріального препарату на фоні внесення $\text{N}_{35}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$. Значення даного показника у даному варіанті були вищими за контроль на 0,32 млн $\text{м}^2 \times \text{діб/га}$.

Результатом процесу фотосинтезу є створення органічної речовини, що у відсотковому відношенні становить близько 95 % від усієї рослинної органічної біомаси, синтезованої у процесі життєдіяльності рослинного організму.

Динаміку накопичення органічної біомаси рослин показує чиста продуктивність фотосинтезу, що виражає кількість створеної органічної речовини одиницею асиміляційної поверхні за певний інтервал часу. Вона характеризує інтенсивність поетапних змін росту рослин впродовж вегетаційного періоду та змінюється залежно від умов вирощування.

У проведених дослідженнях відмічена позитивна дія застосування мікробіологічного препарату, макро- і мікроелементів на інтенсивність створення рослинами органічної речовини. Найбільш сприятливі умови протікання даного процесу створювалися за комплексного застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Р та мікродобрива Оракул насіння на фоні внесення мінеральних добрив $\text{N}_{35}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$. У даному варіанті величина чистої

продуктивності фотосинтетичної роботи 1 м² листової поверхні була на рівні 1,61 г за 1 добу з відповідною абсолютною сухою масою рослин посіву 2,07 т/га (табл 4.4).

Таблиця 4.4

Фотосинтетична продуктивність посівів сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення, см (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фотосинтетичний потенціал посівів (цвітіння-формування бобів), млн м ² ×діб/га	Чиста продуктивність фотосинтезу (цвітіння-формування бобів), г/м ² за добу	Маса рослин у абсолютно сухому стані (формування бобів), т/га
Без допосівної обробки насіння	-	1,86	1,34	1,53
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	2,10	1,46	1,89
	P ₇₀ K ₇₀	2,04	1,39	1,71
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	1,94	1,37	1,61
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	2,13	1,52	1,94
	P ₇₀ K ₇₀	2,08	1,42	1,75
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	2,03	1,41	1,67
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	2,18	1,61	2,05
	P ₇₀ K ₇₀	2,12	1,48	1,83

За сумісного застосування препаратів, що вивчалися на фосфорно-калійному фоні мінерального удобрення, чиста продуктивність фотосинтезу була дещо меншою (1,48 г/м² за добу) із відповідним зменшенням величини абсолютно сухої біомаси до 1,83 т/га, сформованої посівом сої.

За сівби інокульованого мікробіологічним препаратом насіння на фонах мінерального удобрення, чиста продуктивність фотосинтетичної роботи одиниці листової поверхні зменшувалася до 1,42-1,52 г/м² за добу, відповідно вихід сухої речовини сої з 1 га становив 1,75-1,94 т.

У варіантах із застосуванням мінеральних добрив чиста продуктивність фотосинтезу становила 1,39-1,46 г/м² за добу, а маса рослин в абсолютно сухому стані складала 1,71-1,89 т/га.

4.3. Формування симбіотичного апарату сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення

Унікальною біологічною особливістю сої, як зернобобової культури є здатність фіксувати молекулярний азот повітря та використовувати продукти азотфікації у процесі свого росту і розвитку. Потужний розвиток симбіотичного апарату у ризосфері кореневої системи її рослин обумовлюється не тільки ефективною взаємодією генотипів рослини-господаря та симбіотрофних мікроорганізмів, що відбувається за певних умов вирощування, а й впливом елементів технології вирощування, пов'язаних із покращанням поживного режиму.

Експериментальні дані показали, що на початку вегетаційного періоду розміри симбіотичного апарату сої були незначними. Вони поступово збільшувалися до фази бутонізації і максимальних розмірів досягали на час цвітіння. Надалі, від початку фази формування бобів, внаслідок перерозподілу надходження більшої частини асимілятів до насіння, кількість і маса бульбочок на коренях рослин зменшувалися (табл 4.5).

Відмічений позитивний вплив проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом на основі бульбочкових бактерій Ризоактив Р на процес формування симбіотичного апарату сої. Кількість і маса бульбочок, сформованих на коренях рослин у варіанті його застосування збільшувалися порівняно з контролем на 5,4 шт та 12,6 г відповідно.

Таблиця 4.5

Розвиток симбіотичного апарату сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення, см (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Фази росту і розвитку рослин					
		Бутонізація		Цвітіння		Формування бобів	
		Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.	Кількість бульбочок, шт./росл.	Маса бульбочок, г/росл.
Без допосівної	-	14,8	93,8	25,8	156,9	20,7	132,8
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	15,6	108,7	26,5	163,2	22,3	141,7
	P ₇₀ K ₇₀	17,2	119,8	28,4	172,3	26,2	145,4

обробки насіння							
Ризо актив Р (2,0 л/т)	-	17,3	126,5	31,2	169,5	25,3	139,4
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	17,5	129,7	31,8	186,2	26,4	149,3
	P ₇₀ K ₇₀	18,8	141,7	36,2	204,4	29,2	156,2
Ризо актив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	20,4	138,4	35,9	178,4	28,8	145,6
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	21,3	145,3	37,2	198,5	32,4	156,9
	P ₇₀ K ₇₀	22,9	159,8	39,4	215,7	36,1	164,7

За комплексного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива розміри симбіотичного апарату рослин були найбільшими. У даному варіанті у фазі цвітіння на рослинах формувалося 35,9 бульбочок масою 178,4 г.

Значний вплив на розвиток симбіотичного апарату сої мало внесення мінеральних добрив. Найбільш сприятливі умови для формування бульбочок створювалися у варіантах внесення фосфорно калійних добрив. Максимальні розміри симбіотичного апарату сої були відмічені за обробки насінневого матеріалу комплексом мікробіологічного препарату і мікродобрива на фоні внесення P₇₀K₇₀. У даному варіанті величина показників кількості та маси бульбочок збільшувалася щодо контролю на 10,1 шт. та 21,5 г відповідно.

Внесення мінерального азоту мало негативний вплив на бобово-ризобіальний симбіоз.

4.4. Продуктивність сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення

Індивідуальна продуктивність рослин є відображенням впливу екзогенних факторів навколишнього середовища на ступінь реалізації генетичного потенціалу сорту і певною мірою надає можливість своєчасно впливати на формування врожаю зерна. Одним із факторів, що визначає структуру елементів урожаю рослин сої є забезпеченість елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду, при цьому сорти інтенсивного типу є більш

вимогливими до умов живлення і лише за оптимального збалансованого забезпечення поживними речовинами формують високу зернову продуктивність [65]. Результати наших досліджень свідчать, що внесення мінеральних добрив, застосування мікробіологічного препарату і мікродобрив мало позитивний вплив на основні елементи структури урожаю сої, а саме, на кількість бобів, сформованих на одній рослині та насінин у них, кількість насінин із рослини, масу 1000 насінин (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Індивідуальна продуктивність рослин сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Кількість бобів на 1 рослині, шт	Кількість насінин у 1 бобу, шт	Кількість насінин з рослини, шт.	Маса 1000 насінин, г
Без допосівної обробки насіння	-	14,6	2,0	29,2	138,4
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	18,3	2,2	40,3	150,3
	P ₇₀ K ₇₀	15,8	2,1	33,2	146,2
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	16,9	2,1	35,5	142,3
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	19,2	2,2	42,2	155,7
	P ₇₀ K ₇₀	18,1	2,2	39,8	148,9
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	17,4	2,1	36,5	144,5
	N ₃₅ P ₇₀ K ₇₀	20,4	2,2	44,9	158,2
	P ₇₀ K ₇₀	19,5	2,2	42,9	154,2

Умови формування індивідуальної продуктивності рослин сої були найбільш сприятливими за поєднання застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Р і мікродобрива Оракул насіння у передпосівній обробці насіннєвого матеріалу на фоні мінерального удобрення N₃₅P₇₀K₇₀. У даному варіанті на рослинах формувалося в середньому 20,4 бобів із середньою кількістю зерен у них 2,2 шт., що визначало значення загальної кількості зерен з рослини на рівні 44,9 шт. Величина показника маси 1000 зерен збільшувалася до 158,2 г, що вказує на посилене надходження органічних сполук до зерна підчас його досягання.

Величина структурних елементів індивідуальної продуктивності рослин та їх кількість на одиниці площі визначили рівень урожайності посівів. Відповідно,

її значення були в цілому по досліді найвищими (2,94 т/га) за поєднаного застосування мінеральних добрив дозою діючої речовини $N_{35}P_{70}K_{70}$, мікробіологічного препарату і мікродобрива (табл.4.7).

Таблиця 4.7

Урожайність зерна сої за різної забезпеченості елементами мінерального живлення, (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Урожайність зерна, т/га		Середнє за 2 роки, т/га
		2020	2021	
Без допосівної обробки насіння	-	2,06	2,45	2,26
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	2,52	2,83	2,68
	$P_{70}K_{70}$	2,34	2,78	2,56
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	2,08	2,50	2,29
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	2,64	3,04	2,84
	$P_{70}K_{70}$	2,45	2,82	2,64
Ризоактив Р (2,0 л/т) + Оракул насіння (1,5 л/т)	-	2,12	2,62	2,37
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	2,70	3,19	2,94
	$P_{70}K_{70}$	2,57	2,95	2,76

За роздільного застосування елементів технології, що вивчалися зернова продуктивність посівів сої була нижчою. У варіантах внесення $N_{35}P_{70}K_{70}$ та $P_{70}K_{70}$ урожайність сої збільшувалася щодо контролю на 0,42 і 0,30 т/га відповідно. За проведення допосівної інокуляції насіння мікробіологічним препаратом прибавка врожаю зерна сої знаходилася на рівні 0,03 т/га. У варіантах допосівної обробки насіння комплексом Ризоактив бобові + Оракул насіння посіви виявилися більш продуктивними. Прибавка врожаю зерна сої щодо контролю збільшувалася до 0,11 т/га.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ У АГРОТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Удосконалення агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур та впровадження нових елементів технології повинна бути економічно обґрунтованою і вигідною.

Розрахунок економічної ефективності вирощування сої, на основі оптимізації системи удобрення посівів за рахунок внесення мінеральних добрив та застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Р і мікродобрива Оракул насіння проводили на основі вартості матеріальних ресурсів (технологічних прийомів, насіння, пестицидів, добрив і пального) та виконаних робіт станом на 2021 рік. Величина реалізаційної ціни зерна сої становила 14886 грн/т.

На основі проведених розрахунків визначено, що агротехнологічні прийоми, які вивчалися мали безпосередній вплив на величину економічної ефективності вирощування сої.

У середньому за роки проведення досліджень рівень загальних виробничих витрат становив 18625-21932 грн./га і здебільшого збільшувалися за рахунок застосування мінеральних добрив. Собівартість виробництва 1 т зернової продукції складала 7460-8241 грн./т і обумовлювалася рівнем зернової продуктивності посівів.

Розрахунки економічної ефективності вирощування сої показали, що найбільш доцільним виявилось поєднання допосівної обробки насіння комплексом мікродобрива і мікробіологічного препарату на фоні внесення $P_{70}K_{70}$, де рентабельність виробництва зернової продукції становила 102,1 % (табл. 5.1)

Таблиця 5.1

Економічна ефективність застосування мікробіологічного препарату, макро- і мікродобрив у агротехнологічному процесі вирощування сої (середнє за 2020-2021 рр.)

Варіанти допосівної обробки насіння	Варіанти внесення мінеральних добрив	Вартість валової продукції грн./га	Виробничі витрати, грн./га	Умовно-чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
Без допосівної обробки насіння	-	33642	18625	15017	8241	80,6
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	39894	21325	18569	7957	87,1
	$P_{70}K_{70}$	38108	19458	18650	7601	95,8
Ризоактив Р (2,0 л/т)	-	34089	18826	15263	8221	81,1
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	42276	21534	20742	7582	96,3
	$P_{70}K_{70}$	39299	20536	18763	7779	91,4
Ризоактив Р (2,0 л/т) +	-	35280	18924	16356	7985	86,4
	$N_{35}P_{70}K_{70}$	43765	21932	21833	7460	99,5

Оракул насіння (1,5 л/т)	P ₇₀ K ₇₀	41085	20328	20757	7365	102,1
--------------------------------	---------------------------------	-------	-------	-------	------	-------

РОЗДІЛ 6

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Застосування мінеральних добрив є одним із найбільш дієвих агротехнологічних прийомів, спрямованих на підвищення рівня зернової продуктивності сільськогосподарських культур, адже численні наукові дослідження свідчать, що достатня забезпеченість рослин основними елементами мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду надає можливість підвищити урожайність на 50 %. Разом з тим задля забезпеченості рослин комплексом життєво важливих мікроелементів рекомендованим є застосування мікродобрив.

Поряд із значним позитивним ефектом відмічається і негативний вплив неконтрольованого внесення підвищених доз мінеральних добрив на оточуюче природне середовище. Внесення мінеральних добрив призводить до підвищення кислотності ґрунту, вмісту у ньому рухомих фракцій гумусу, а також рухомість катіонів алюмінію і заліза [66]. У свою чергу підкислення ґрунту призводить до посилення рухомості токсичних елементів та важких металів у ґрунтовому профілі та підвищення швидкості надходження їх у рослини [67].

У групі традиційних мінеральних добрив посилену дію на кислотно-лужні властивості ґрунту мають азотні. Серед них ґрунт підкислюють аміачна селітра, аміак рідкий, аміак водний, сульфат амонію, сульфат амонію-натрію, хлористий амоній, сечовина (карбамід). Мають лужні властивості натрієва та кальцієва селітра.

Калійні і фосфорні добрива здебільшого характеризуються незначною дією на кислотно-лужні властивості ґрунтів. Вони можуть спричиняти лише слабе підкислення (суперфосфати), або дещо знижувати кислотність ґрунту (преципітат, мартенівський шлам, знефторений фосфат, фосфоритне борошно) [68].

У групі основних забруднювачів природних вод значну долю займають промислові підприємства (близько 50%), сільськогосподарські об'єкти (25 %), комунальне господарство (14 %) [69].

Разом з тим застосування мінеральних добрив без урахування потреби рослин у основних макро- і мікроелементах може призвести до розвитку прихованих форм ендемій, обумовлених виникненням екстремальних умов, що може проявлятися у дефіциті деяких елементів, необхідних для проходження фізіолого-біохімічних реакцій життєдіяльності рослинного організму.

Перевищення доз внесених азотних добрив призводить до зниження вмісту міді у рослинах, що може призвести до виникнення анемії, захворювань кісткової системи, ендемічної атаксії у тварин.

Значне збільшення концентрації калію у ґрунті призводить до невідповідності поглинання рослинами натрію, кальцію та магнію [70].

Разом з тим, зменшення вмісту у рослинах магнію призводить до гіпомагнієвої тетанії тварин. Частота випадків прояву даного захворювання визначається співвідношенням калію до суми кальцію і магнію. Дане співвідношення не повинно перевищувати 1,4.

Підвищення рівня забезпеченості рослин азотом відповідає за збільшення концентрації нітратів у листково-стебловій масі рослин.

У рослинах нітрати відновлюються до нітритів – токсичних для людини і тварин, сполук. Нітрати й нітрити є попередниками потенційних канцерогенів N-нітрозосполук [70]. Дослідженнями доведено існування тісного зв'язку між внесенням мінерального азоту і виявленням онкологічних захворювань шлунку. За тривалого і систематичного споживання досить малих доз нітратів і нітритів значно збільшується ризик їх канцерогенної дії [71].

Поведення екологічної експертизи запобігає виникненню негативних джерел впливу застосованих елементів технології на функціонування екосистеми [73].

Екологічна експертиза, як вид діяльності проводиться уповноваженими органами влади, громадськими формуваннями. Основними її завданнями є прийняття законів, що передбачають забезпечення дотримання норм і вимог екологічної безпеки, оцінку ступеню екологічної обґрунтованості різних проектів соціально-економічного розвитку, і на базі цього формування висновків і рекомендацій щодо доцільності їх застосування [73].

Необхідність та процедура проведення екологічної експертизи визначені природоохоронним законодавством України. Здійснюється вона на підставі закону України «Про екологічну експертизу» (1995 рік) [73].

У цьому випадку, використання мінеральних добрив передбачає розрахунок доз і визначення термінів внесення поживних елементів з урахуванням можливості зниження або й повне виключення забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, підтримання природної родючості ґрунту на необхідному рівні.

Виробництво мінеральних добрив у найближчому майбутньому повинне бути орієнтоване на їх попереднє очищення. Доцільним є і введення еколого-гігієнічних нормативів якості мінеральних добрив, а також застосування мікробіологічних препаратів на основі азотфіксуючих, фосфор і калій мобілізуючих мікроорганізмів [72].

Вирішення даної проблеми можливе за рахунок використання машин із більш точним поверхневим внесенням мінеральних добрив, машин локального способу внесення добрив;

- для забезпечення зменшення концентрації шкідливих речовин у ґрунтовому профілі, спричиненому вимиванням добрив із поверхневими стоками необхідним є скорочення строків зберігання добрив на полях, будівництво майданчиків тимчасового зберігання мінеральних добрив в польових умовах, створення лісосмуг для затримки поверхневого стоку з полів;
- використання якісних екологічно безпечних висококонцентрованих добрив, до вмісту яких не входять важкі метали та інші токсичні елементи;
- зведення негативного впливу агротехнологічних прийомів вирощування до мінімуму.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вагомим елементом проведення агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур є охорона праці та дотримання правил безпеки у процесі виконання агротехнологічних операцій. На сьогоднішній день, за переходу від централізованого управління до ринкових відносин відмічено утворення трьох центрів управління охорони праці: з боку держави, роботодавця, як самостійного суб'єкта господарювання та, найменш захищеного в Україні - працівників підприємств [74].

В Україні ці три центри об'єднані у Систему охорони праці, що займається прогнозуванням, плануванням, контролем фінансування робіт, організацією, координацією, обліком показників стану умов і безпеки праці, а також проводить їх аналіз [75].

Метою управління охороною праці є забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я та працездатності кожного працівника підприємства. Адже виробництво сільськогосподарської продукції має досить велику кількість небезпечних факторів для праці та життя працівників. Так, при вирощуванні сільськогосподарських культур необхідними до використання небезпечні хімічні речовини (пестициди та агрохімікати). Окрім того у процесі агровиробництва досить часто виникають несприятливі погодні умови, а праця впродовж року є нерівномірною [76].

Усі ці фактори є вагомими причинами високого рівню виробничого травматизму серед працівників галузі рослинництва та викликає потребу в посиленні діяльності охорони праці та здоров'я працівників сільськогосподарських підприємств [77].

В основу системи управління охорони праці повинні бути покладені сучасні інформаційні технології, а впровадження їх у практику виробничих відносин повинні здійснювати працівники, які мають сформований працезахоронний світогляд [78-81].

Підвищення ефективності працезахоронної роботи в агропромисловому виробництві потребує вирішення ряду організаційних завдань.

Усі роботи, пов'язані з використанням агрохімікатів, до яких безпосередньо належать мінеральні добрива необхідно виконувати під керівництвом спеціаліста із охорони праці. Відповідальність за охорону праці покладають на керівників господарств.

Щороку перед початком робіт усі задіяні у них працівники, повинні пройти навчання та інструктаж з питань охорони праці та обов'язковий медичний огляд.

Особи, відповідальні за транспортування, зберігання та застосування агрохімікатів, повинні мати допуск (посвідчення) на право роботи із зазначеними

засобами. До виконання робіт працівники залучаються за належно оформленим нарядом чи розпорядженням.

Не допускаються до таких робіт особи:

- віком молодше 18 років;
- вагітні й жінки годувальниці;
- особи з різними хронічними захворюваннями, які мають медичні протипоказання.

Проведення робіт із мінеральними добривами має бути максимально механізованим.

Кожен працівник повинен мати комплект спецодягу, спецвзуття та засобів індивідуального захисту (протигаз, респіратор із змінними патронами, захисні окуляри, рукавички тощо) на весь період робіт.

Вибір засобів індивідуального захисту потрібно здійснювати з урахування властивостей пестицидів і мінеральних добрив, умов праці та особистих даних працівника. Захисні засоби необхідно зберігати в спеціально відведених приміщеннях в окремих персональних шафах.

Працівники повинні суворо дотримуватись вимог безпеки під час таких операцій:

- зберігання і видача мінеральних добрив;
- навантажувально-розвантажувальні роботи і транспортування мінеральних добрив до місця внесення;
- проведення операцій внесення мінеральних добрив;

Керівник робіт повинен:

- ознайомити працівників з характеристикою агрохімікатів, особливостями їх впливу на організм людини і навколишнє середовище, заходами безпеки, правилами охорони та гігієни праці;
- провести інструктаж з охорони праці;
- ознайомити працівників з правилами надання домедичної допомоги;

ВИСНОВКИ

1. Застосування допосівної обробки насіння мікробіологічним препаратом Ризоактив Р (2,0 л/т) на основі високоактивних конкурентоздатних штамів мікроорганізмів *Bradyrhizobium japonicum* та мікродобрива Оракул насіння (1,5 л/т) має стимулюючий ефект на проростання насіння сої та формування її повноцінних сходів.

2. Поєднання внесення мінеральних добрив та допосівної обробки насіння насіння підвищує інтенсивність лінійних приростів рослин у висоту, сприяє формуванню потужної надземної частини та розвиненої асиміляційної поверхні посівів сої, підвищує продуктивність її фотосинтетичної роботи.

3. Формування потужного асиміляційного апарату, подовження тривалості і продуктивності його фотосинтетичної роботи сприяє збільшенню кількості синтезованої рослинами органічної речовини, а внаслідок її перерозподілу у генеративний період індивідуальна продуктивність рослин підвищується.

4. Найбільш сприятливі умови формування симбіотичного апарату сої створюються за сумісного застосування мікробіологічного препарату і мікродобрива на фосфорно-калійному фоні мінерального удобрення.

5. Найбільш сприятливі умови для формування зернової продуктивності посівів сої створюються за сумісного застосування мікробіологічного препарату Ризоактив Р (2,0 л/т) та мікродобрива Оракул насіння (1,5 л/т) на фоні внесення $N_{35}P_{70}K_{70}$.

Рівень зернової продуктивності посівів за поєднання даних елементів технології вирощування підвищується до 2,94 т/га. Разом з тим, за економічними розрахунками найбільш доцільним є проведення інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату і мікродобрива на фоні внесення $P_{70}K_{70}$, де за рахунок зменшення витрат на закупівлю та внесення мінеральних азотних добрив, рентабельність виробництва становить 102,1 %.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Задля удосконалення агротехнологічного процесу вирощування сої сорту Діона в умовах лівобережного Лісостепу України рекомендованим є поєднання проведення інокуляції насіння комплексом мікробіологічного препарату Ризоактив Р (2,0л/т) та мікродобрива Оракул насіння (1,5 л/т) та внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив дозою діючої речовини $P_{70}K_{70}$. Поєднання даних елементів технології вирощування надає можливість отримати 2,6 т/га зерна сої сорту Діона і підвищити рентабельність її вирощування до 102,1 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабич А.О. Петриченко В.Ф. Рослинний білок і соєвий пояс України. Вісник аграрної науки. 1992. № 7. С. 3-7.
2. Бабич А.О. Соєві рекорди. Аграрний тиждень. 2014. № 7-8 (283). С. 32-33.
3. Адамень Ф.Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях Юга Украины. Симферополь: Таврия, 1995. 94 с.
4. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні. Вісник аграрної науки. 2008. №3. С.24-27.

5. Мельник С. І., Жилкін В. А., Гаврилюк М. М. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технології вирощування сільськогосподарських культур : Київ, 2007. 52 с.
6. Kunakova A.M., Gruzdeva E.V., Sokova S.M. et al. Survival of bacteria applied as biofertilizers in soil and rhizoplane of inoculated. *Biotechnology St. Petersburg*: int. conf., Sept. 21-23, 1994. P. 128-129.
7. Singh J.S., Pandey V.C., Singh D.P. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2011. Vol. 140, Issues 3-4. P. 339-353.
8. Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В., Шевчук В. І. Агроекологічне обґрунтування хімічного контролю бур'янів у агроценозі сої. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 167–172.
9. Гутянський Р. Особливості агротехнічного контролю бур'янів на сої. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 8. С. 36–38.
10. Ямковий В. Особливості сучасної системи удобрення сої. *Пропозиція*. 2013. № 3. С. 66–70.
11. Деревянский В. Дополнительный урожай. *Зерно*. 2013. № 2. С. 136–109.
12. Barker D. W. Nitrogen application to soybean at early reproductive development. *Agronomy journal*. Madison. 2005. Vol. 97, № 2. P. 615 – 619.
13. Yin X. Potassium placement effects on yield and seed composition of no-till soybean seeded in alternate row widths. *Agronomy journal*. Madison. 2003. Vol. 95, № 1. P. 126 –132.
14. Приймачук М. І. Технологічні особливості вирощування сої в умовах Волині. Луцьк: Волин. обл. друкарня, 2013. 47 с.
15. Ярошко М. Перетворення азоту у ґрунті і його значення для росту рослин *Агроном*. 2013. № 2. С. 18–20.
16. Петриченко В. Ф. Наукові основи сталого соєсіяння в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 3–10.
17. Марчук І. Проблеми азоту в землеробстві. *Пропозиція*. 2013. № 1. С. 62–69.

18. Жеребко В. Технології вирощування та інтегрованого захисту посівів сої. Пропозиція. 2008. № 5. С. 68–74.
19. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук, О. В. Корнійчук. Львів : Укр. технології, 2010. 1088 с.
20. Лихочвор В. В., Петриченко В.Ф. Мінеральні добрива та їх застосування. 2-ге вид. доповн. і виправл. Львів : Укр. технології, 2012. 324 с.
21. Марущак О. Вирощування сої з інокулянтами. Агроном. 2013. № 1. С. 152–153.
22. Петриченко В. Ф. Іванюк С.І. Актуальні проблеми оптимізації технологій вирощування сої. Аграрний тиждень. 2010. № 9. С. 12.
23. Умаров М.М. Кураков А.В., Степанов А.Л. Микробиологическая трансформация азота в почве. М.: ГЕОС, 2007. 137 с.
24. Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах. Мікробіол. журн. 1997. Т. 59, № 4. С. 22-28.
25. Пенчуков В.М. Зернобобовые культуры в органо-биологических системах земледелия. Сб. статей научно-метод. координац. совещ. «Научные основы создания моделей агроэкоципов сортов и зональных технологий возделывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов России» (Орел, март 1996). Орел, 1997. С. 9-14.
26. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої: монографія. Київ: Урожай, 1993. 429 с.
27. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень В.В. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. Вісник аграрної науки. 1996. № 2. С. 34-39.
28. Нагорний В.І. Романько Ю.О. Агротехнічне значення та роль сої в екологізації сільськогосподарського виробництва. Вісник Сумського НАУ. 2009. № 18. С. 79-83.
29. Біологічний азот: монографія / [В.П. Патики, С.Я. Коць, В.В. Волкогон та ін.]; за ред. В.П. Патики. К.: Світ, 2003. 424 с.

30. Коць С.Я. Роль біологічного азоту у підвищенні продуктивності сільськогосподарських рослин. Физиол. и биохим. культурних раст. 2001. Т. 33, № 3. С. 208-215.
31. Ничипорович А. А. О составах посевов растений как оптической системы. Физиология растений. 1961. Т. 8. Вып. 5. С. 536–546.
32. Ковалевська Т.М. Роль бульбочкових бактерій люпину та рослини-хазяїна в формуванні ефективних симбіотичних відносин. Бюл. Інституту с.-г. мікробіології УААН. 2000. № 8. С. 24-27.
33. Рослинництво: підручник / О.І Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; за ред. О.І. Зінченка. К.: Аграр. освіта, 2001. 417 с.
34. Лещенко А.К. Культура сои. К.: Наук. думка, 1978. 235 с.
35. Ямковський В. Особливості сучасної системи удобрення сої. Пропозиція. 2013. № 3. С. 66–70.
35. Лещенко А.К. Важнейшие биологические особенности сои. Культура сои (происхождение, распространение, основные ботанические и биологические особенности). К: Наук. думка, 1978. С. 97–165.
36. Камінський В.Ф. Голодна А.В., Шляхтуров Д.С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. Вип. 80. К.: ВД „ЕКМО”, 2008. С. 109–115.
37. Темченко І.В. Селекція сої на стійкість до абіотичних стресів. Вчимося господарювати: мат-ли наук.-практ. семінару молодих вчених та спеціалістів, Київ–Чабани, 22– 23 листопада 1999. К, 1999. С. 198–199.
38. Енкен В.Б. Соя. М.: Сельхозгиз, 1959. 622 с.
39. Кашманов А.А. Свет и развитие растений. М.: Сельхозгиз, 1963. 354 с.
40. Адамень Ф.Ф. Агробіологические особенности возделывания сои в Украине. К.: Аграр. наука, 2006. 456 с.
41. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные процессы / Под ред. Н.И. Полупана. К.: Урожай, 1988. 296 с.

42. Закалюжний В.М., Джурка Г.Ф. Полтавська область. Геолого-географічний нарис. Полтава, 2000. 130 с.
43. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва : Колос, 1979. 416 с.
44. Методика Державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури)/за ред. В. В. Волкодава. Київ, 2001. 69 с.
45. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ : Вищ. шк., 1994. 334 с.
46. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах/ Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.. Москва : АН СССР, 1961. 133 с.
47. Методика проведення досліджень у кормовиробництві, та годівлі тварин/Бабич А. О. та ін. ; під ред. А. О. Бабича. Київ : Аграрна наука, 1998. 80 с.
48. Новоселов Ю. К., Харьков Г. Д., Шеховцова Н. С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва : Всесоюз. науч.-исслед. Ин-т кормов им. В. Р. Вильямса, 1983. 198 с.
49. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой/Д. С. Филев и др. Тр. ВНИИ кукурузы. Днепропетровск, 1980. 54 с.
50. Орленский Н. А., Орленская Н. А. Биоэнергетическая эффективность выращивания кукурузы на зерно. Зерновое хозяйство. 2005. №1. С. 20.
51. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Центральная база данных производства зерна кукурузы. URL: <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx> .
52. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / За ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Київ: ННЦ ІАЕ, 2005. 402 с.
53. Антипчук А. Ф., Канцелярук Р. М. Антимикробные свойства семян сои по отношению к Rh.Japonicum. Микробиологический журнал. 1992. № 3, т. 54. С. 32–34.
54. Ассаф Ибрагим. Влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество семян сои в условиях Восточной Лесостепи Украины: автореф. дис. на

соискание учен. степени канд. с.-х. наук: спец. «Растениеводство». Харьков, 1994. 23 с.

55. Бабич А. А. Влияние азотного питания на показатели величины и качества зерна сои в условиях Лесостепи Украины. Сучасні проблеми виробництва і використання кормового зерна і сої : матеріали I Всеукр. (міжнар.) наук.-практ. конф. Вінниця, 1993. С. 22–24.

56. Бабич А. А., Колісник С. І., Кобак С. Я. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 113–121.

57. Бабич А. А., Петриченко В. Ф. Факторы повышения продуктивности сои в условиях Лесостепи Украины. Докл. ВАСХНИЛ. 1992. № 5. С. 2–4.

58. Бабич А. Нові сорти сої і перспективи виробництва їх в Україні. Пропозиція. 2007. № 4. С.46–49.

59. Бабич А. О. Високоврожайні сорти сої. Аграрний тиждень. Україна. 2013. № 10/11. С. 31.

60. Бабич А. О. Наукові основи сучасних технологій вирощування сої на насіння в умовах Лісостепу України : зб. наук. праць Вінницького ДАУ. 2000. Вип. 7. С. 10–13.

61. Попов С.І. Сорти сої інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва та технологія вирощування. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Х., 2002. 20 с.

62. Бабич А.А. Особенности технологии возделывания сои в Северной Степи Украины. Пути увеличения производства кормов в Степи Украины. Днепропетровск, 1982. С. 25–27.

63. Камінський В. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. Київ, 2006. № 7. 197 С. 20-25.

64. Зуза В. С., Гутянський Р. А. Вплив забур'яненості на врожайність сої. Вісник аграрної науки. Київ, 2008. № 1. С. 21-24

65. Михайлов В. Г. Манченко І. Ф. Кореляція вмісту білка в насінні сої за кількісними ознаками та простими індексами. Корми і кормовиробництво. Київ: Урожай, 1992. Вип. 33. С. 28–30.

66. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев. М.: Агропромиздат, 2000. 287 с;
67. Петрук Р.В. Комплексний метод переробки фосфоровмісних пестицидів до екологічно безпечних продуктів та рекультивації ґрунтів / Р.В. Петрук. В.: 2013. 175 с;
68. Ситник В.П. Вдосконалення економічного механізму в АПК / В.П Ситник–К.: Урожай, 1989. – 184 с;
69. Саблуко П. Г., Кропивко М. Я. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку / П. Г. Саблука, М. Я. Кропивка. К.: ІАЕ УААН, 1999. 252 с.
70. Агробізнес України. Надмірне застосування добрив [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.agrobiznes.org.ua/node/165
71. Бойчук Ю. Д. Екологія і охорона навколишнього середовища: навч. Посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2002. – 284 с.
72. Гавриленко О. П. Екогеографія України: навч. посібник [Електронний ресурс]. Режим доступу: [www.pidruchniki.ws/12991010 /ekologiya/ monitoring_navkolishnogo_prirodnogo_seredovischa_ukrayini](http://www.pidruchniki.ws/12991010/_ekologiya/_monitoring_navkolishnogo_prirodnogo_seredovischa_ukrayini)
73. Державний моніторинг навколишнього середовища України [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.slv.com.ua/darom/ekologia/006.html
74. Агеев Е.Я. Основы охраны труда. – Львів: Новий світ, 2009. – с. 20- 34; 53-56.
75. Войналович О.П. Моніторинг виробничого травматизму у рослинництві. Охорона праці, 2006, №9. с. 36-37.
76. Гандзюк М.П., Желібо Е.П., Халімовський М.О. Основы охраны труда. Київ: Каравела, 2008. с. 34-41.
77. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда. Львів: Афіша, 2002. с. 40 -52.
78. Ершова М.А., Белашова І.Г. Профессиональная заболеваемость в сельском хозяйстве Украины// Гигиена труда. – Вип. 31. – 2000.- с.32 – 39

79. Єсипенко А. Розроблення переліку профілактичних заходів щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. На допомогу спеціалісту з охорони праці, №4, 2012. с.36 – 40.
80. Купчик М.П., Гандзюк М.П. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000 Серія: Технічні науки Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету №2 (79) 2013 р.
81. Ткачов В. Безпека праці на підприємствах АПК. Охорона праці, №3, 2009. с 23.