

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ,
СЕЛЕКЦІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЗЕМЛЕРОБСТВА І АГРОХІМІЇ ІМ. В. І. САЗАНОВА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«ВПЛИВ ІНОКУЛЯНТІВ НА ПРОДУКЦІЙНІ ПРОЦЕСИ СОЇ»

Виконав: здобувач вищої освіти
За ОПІ Екологічне рослинництво
спеціальність 201 Агрономія
Ступеня вищої освіти магістр
Заочної форми навчання
Крисюк Анатолій Олександрович

Керівник: Гордєєва Олена Федорівна,
кандидат сільськогосподарських наук

Рецензент:
Шевніков Микола Янаєвич,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Полтава – 2022 року

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	6
РОЗДІЛ 1 ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	10
1.1 Використання біологічного азоту посівами сої	10
1.2 Мінеральне живлення та особливості удобрення бобових культур	15
1.3 Ботанічна характеристика сої	19
1.4 Біологічні особливості сої	19
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1 Загальна характеристика місця проведення дослідів	23
2.2 Ґрунтові та погодні умови в роки проведення досліджень	25
2.3 Методика проведення досліджень	28
2.4 Матеріал для досліджень	31
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
3.1 Енергія проростання та лабораторна схожість насіння сої залежно від використання бактеріальних препаратів	33
3.2 Вплив інокуляції на польову схожість насіння та виживання рослин сої	35
3.3 Тривалість періоду вегетації сої залежно від бактеріальних препаратів	35
3.4 Вплив бактеріальних препаратів на висоту рослин сої	36
3.5 Площа асиміляційної поверхні сої залежно від застосування бактеріальних препаратів	37
3.6 Вплив бактеріальних препаратів на продуктивність рослин сої	38
3.7 Урожайність насіння сої залежно від інокуляції	39
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ	41
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА	43
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	45

	5
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49
ДОДАТКИ	57
АНОТАЦІЯ	

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Соя – культура з відносно повільними темпами накопичення і синтезу сухої речовини та азоту у перших періодах онтогенезу і високою інтенсивністю фізіологічних процесів у фазі плодоутворення. Мінеральний азот для сої відіграє суттєву роль у період росту вегетативно маси. Починаючи з фази цвітіння, джерелом надходження азоту стає азотфіксація. Швидкі темпи азотфіксації на початку репродуктивного періоду підтримуються у процесі посилення активної діяльності одиниці маси бульбочок, а у подальшому – за рахунок підвищення їх маси. У період від початку формування бобів до наливання насіння у рослини сої транспортується 55–60 % від загальної питомої ваги азоту, фіксованого за період вегетації [9].

Незважаючи на підвищену енергоємність процесу симбіотичної азотфіксації, значну потребу генеративних органів у поживних речовинах та конкуренцію їх з бульбочками за продукти фотосинтезу, соя має здатність підтримувати в активному стані функціонування фіксуючої азотсимбіотичної системи у період активного плодоутворення. Критична потреба бобів у азоті є важливим чинником, який встановлює на рівні цілої рослини підвищені темпи азотфіксації у репродуктивний період. За умови раннього утворення бульбочок і ефективному симбіозі рослини сої формують підвищену продуктивність, в основному, за рахунок симбіотичного азоту. Частка азоту, яка необхідна для підтримання росту і розвитку рослин до включення у процес азотфіксації, низька і може бути використана із ґрунтових запасів. Однак не виключається роль стартових доз азоту, особливо на бідних ґрунтах, для перестраховки рослин від можливого дефіциту азоту на випадок сповільнення появи бульбочок і затримки їх розвитку у роки з несприятливими умовами [33].

Тому формування бобів і наливання зерна відбувається, головним чином, за рахунок прямого використання симбіотичного азоту, а не шляхом

реутилізації раніше поглинутого азоту і зменшення його кількості у вегетативних органах.

Відомо, що в умовах центрального Лісостепу на сірих лісових ґрунтах спонтанне зараження активними соєвими расами бульбочкових бактерій ризобіума не відбувається. Тому інокуляція є обов'язковим елементом технології вирощування культури. Інокуляція і застосування зазначених доз мінеральних добрив позитивно впливають не тільки на темпи росту та розвитку рослин, формування симбіотичного і фотосинтетичного апарату, а й на урожайність насіння сої.

Потенційна врожайність зерна сої у виробничих умовах залишається нереалізованою. Потенціал симбіозу бобових культур з бульбочковими ризобіями ґрунту часто обмежений невисоким рівнем азотфіксуючої здатності або недостатньою кількістю бактерій в зоні насіння, що проростає. Тому доцільним агрозаходом у технології вирощування сої повинна бути передпосівна обробка насіння біологічними препаратами на основі штамів специфічних ризобій [56].

Мета і завдання досліджень. Мета досліджень полягала у вивченні особливостей росту і розвитку та закономірностей формування врожаю сої за умови застосування бактеріальних препаратів для інокуляції посівного матеріалу, обґрунтування рекомендацій щодо вдосконалення елементів технології вирощування культури в умовах Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити такі завдання:

- визначити енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої залежно від використання бактеріальних препаратів;
- зафіксувати тривалість періоду вегетації сої залежно від бактеріальних препаратів;
- встановити вплив бактеріальних препаратів на висоту рослин сої;
- визначити площу асиміляційної поверхні сої залежно від застосування бактеріальних препаратів;

- встановити вплив бактеріальних препаратів на продуктивність рослин сої;
- визначити врожайність зерна сої залежно від інокуляції.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше встановлено особливості формування продуктивності рослин сої залежно від інокуляції посівного матеріалу бактеріальними препаратами на основі мікрорганізмів роду *Bradyrhizobium japonicum* з додаванням фітогормонів. Встановлено вплив досліджуваних елементів технології на закономірності росту й розвитку рослин сої.

Проведено економічну оцінку застосування бактеріальних препаратів для передпосівної підготовки насіння сої.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами розрахунків економічної ефективності вирощування сої залежно від обробки посівного матеріалу інокулянтами, найвищий прибуток 22063 грн/га отримали у варіанті із застосуванням препарату Оптімайз 400. Тому, в умовах виробництва, під час вирощування сої рекомендуємо перед сівбою проводити інокуляцію насіння препаратом Оптімайз 400, в нормі 1,8 л/т.

Особистий внесок здобувача. Дипломну роботу виконано особисто автором, узагальнено наукові дані вітчизняної та закордонної літератури. За темою дипломної роботи, сплановано й проведено експериментальні дослідження, фенологічні спостереження, проаналізовано і узагальнено результати лабораторних і польових досліджень, на основі їх зроблено висновки та надано рекомендації виробництву. Публікацію виконано самостійно.

Об'єкт дослідження: процеси росту, розвитку та формування врожайності сої залежно від передпосівної обробки насіння та погодних умов року.

Предмет дослідження: рослини сої, фактори формування продуктивності, елементи технології вирощування, економічна ефективність технології вирощування.

Методи дослідження. У процесі виконання роботи застосовували загальнонаукові й спеціальні методи досліджень. Серед загальнонаукових методів це: гіпотеза, експеримент, спостереження, аналіз, синтез, індукція, дедукції, абстрагування. Зі спеціальних агрономічних методів досліджень використовували: польовий – для виявлення достовірних різниць між варіантами досліду, кількісної оцінки впливу факторів на врожайність рослин; лабораторний – для визначення площі листкової поверхні посівів; візуальний та біометричний – для проведення фенологічних спостережень; ваговий – для визначення рівня врожайності; дисперсійний аналіз результатів польових дослідів – для оцінки різниць між досліджуваними варіантами та частки впливу дії цих факторів; економічно-порівняльний та розрахунковий – для визначення економічної ефективності застосування досліджуваних елементів технології вирощування сої.

Апробація результатів дипломної роботи. Основні положення дипломної роботи були представлені та обговорені на засіданні кафедри рослинництва і на XIII-й науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні напрямки та проблематика у технологіях вирощування продукції рослинництва», яка відбувалася 25 листопада 2022 року.

Структура та обсяг дипломної роботи. Кваліфікаційна робота виконана на 57 сторінках машинописного тексту, складається із загальної характеристики роботи, 6 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

РОЗДІЛ 1 ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ІНОКУЛЯЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Використання біологічного азоту посівами сої

Фотосинтез і біологічна фіксація азоту рослинами – важливі взаємопов'язані процеси, які є основою життя величезного різноманіття рослинного світу. Завдяки фотосинтезу створюється 95 % органічної речовини біосфери, в поєднанні з біологічною фіксацією азоту бобовими рослинами формуються мутуалістичні умови для рослини-господаря (макросимбіонту), що синтезує органічну речовину і створює необхідне середовище, де бактерії (мікросимбіонт) фіксують азот і забезпечують ним рослину. У комплексі ці важливі процеси недостатньо вивчені [5, 11].

Бобово-ризобільний симбіоз – це феноменальне явище, внаслідок якого в кругообіг включається величезна кількість молекулярного азоту; найбільш активно процес проходить у культур родини бобових [23, 46].

Завдяки бульбочковим бактеріям (наприклад: *Rhizobium japonicum*), дефіцит азоту в ґрунті можна знизити шляхом біологічної фіксації.

Залежно від умов вирощування бобові рослини задовольняють свою потребу в азоті завдяки молекулярному азоту в середньому на 60–70 %, в оптимальних умовах – на 70–90 %. Згідно з даними М. В. Федорова [28], близько 75 % азоту, фіксованого з повітря бактеріями, використовується рослиною, а 25 % залишається в бульбочках.

Після збирання зернобобових культур до 30 % біологічно фіксованого азоту залишається в пожнивних і кореневих рештках і використовується наступними культурами.

Процес засвоєння азоту бульбочковими бактеріями починається невдовзі після утворення ними бульбочок. В середньому бульбочки розміром 3–5 мм складаються з 10 тисяч клітин, кожна містить від 1000 до десятка мільйонів бактерій [15, 17].

За даними Г. Я. Петренка, Р. Х. Макашевої [13, 22] вміст азоту в бульбочках бобових збільшується від фази утворення бульбочок до фази цвітіння, а в подальшому – від фази цвітіння до фази дозрівання – зменшується.

Активні бульбочки, зазвичай, рожеві або світло-коричневі на колір, великі за розміром і щільні за консистенцією, неактивні – жовті, часто зморшкуваті. Неактивні бульбочкові бактерії, (наприклад, на сої) можуть перетворитися в патогенну форму [10].

За твердженням багатьох авторів, на активність симбіозу істотно впливають ґрунтові та метеорологічні умови, рівень агротехніки і мінерального живлення рослин [18, 52].

Одним з головних факторів, що можуть обмежувати активність симбіозу, є кисла реакція ґрунту, недостатня або надмірна його зволоженість, відсутність специфічних, активних штамів ризобій, нестача рухомих сполук фосфору та калію в ґрунті. Проте кількісне значення вказаних факторів для активного симбіозу зернобобових культур нерівнозначне [62].

За даними П. П. Вавилова і Г. С. Посипанова [48], для більшості видів бульбочкових бактерій оптимальне значення рН лежить в межах 6,5–7,5. За рівня рН = 3,5 бактерії всіх штамів гинуть, а за рН = 4,5–5,0 і 8,0 їх ріст уповільнюється. За даними інших авторів реакція ґрунтового розчину нижче рН = 4,0 і більше рН = 11,0 є граничною межею для їх життєдіяльності [12, 18].

Соя, по відношенню до кислотності ґрунту, за твердженням Г. С. Посипанова, В. К. Шильникової [25, 27] здатна інтенсивно фіксувати азот і забезпечувати високі врожаї зерна за рівня рН = 6,0 і вище.

Активність симбіозу значною мірою визначається рівнем температурного режиму та умовами вологозабезпеченості ґрунту. Встановлено, що для різних культур і більшості штамів бульбочкових бактерій оптимальною є температура ґрунту 28–33 °С. За її підвищення в

зоні кореневої системи до 40 °С відмічена тенденція до зменшення маси бульбочок і самих рослин [2, 19, 26].

Щодо оптимальних параметрів вологості ґрунту для розвитку бульбочкових бактерій, то за твердженням Є. Н. Мишустіна, В. К. Шильникової, Г. С. Посипанова [23, 29] цей параметр повинен становити 60–70 % повної вологоємкості. За умови зниження показників вологості до 40–45 % зменшується не лише активність бобово-ризобіального комплексу, але й темпи поглинання азоту.

Нині існують два основних способи посилення азотфіксації в агроєкосистемах: активізація діяльності природної (спонтанної) асоціації азотфіксуючих мікроорганізмів у ризосфері та на коренях, й інокулювання рослин активними штамами азотфіксаторів. Саме останній спосіб і передбачає використання бактеріальних добрив на основі азотфіксуючих та фосформобілізуючих мікроорганізмів [17, 18, 29]. Багаторічна практика застосування даних мікроорганізмів показала, що кращим способом їх використання є передпосівна інокуляція насіння.

Обробка насіння зернобобових бактеріальними препаратами обумовлює додаткове залучення в кругообіг азоту атмосфери. Цей захід є одним з найважливіших у сучасних технологіях вирощування бобових культур як елемент екологізації та енергозбереження.

Інокуляція насіння бобових культур підвищує азотфіксуючий потенціал до 15–50 % (на 40–60 %), решта резерву може бути використана для оптимізації умов функціонування симбіотичного комплексу [30, 36].

Підвищити азотфіксуючу активність сої можна шляхом застосування для передпосівної інокуляції насіння біопрепаратів конкурентоспроможних селекційних штамів бульбочкових бактерій [6, 11, 13].

Застосування високоактивного штаму бульбочкових бактерій як елементу технології вирощування сої в зоні Лісостепу України, забезпечує приріст врожаю на 3,5–4,1 ц/га. Для цієї зони в досліджах О. М. Мартинюка

[20] за інокуляції насіння отримана достовірна прибавка врожайності зерна сої 0,5–1,1 ц/га.

Для сої необхідно експериментально визначити доцільність застосування інокуляції насіння в конкретних умовах вирощування. З літературних джерел відомо лише про загальні рекомендації щодо застосування штамів бульбочкових бактерій *Rhizobium japonicum* [17, 20, 29].

Аборигенні асоціації мікроорганізмів дуже поширені [61]. Завдяки утворенню природних штамів, мікроорганізми краще адаптуються до умов навколишнього середовища та мають комплекс переваг щодо живлення, перед іншими вільноживучими аборигенними мікроорганізмами [60]. Сумісна дія бактеріальних препаратів та мікропрепарату на розвиток рослин сої в умовах лівобережної частини Лісостепу України не була вивчена [41].

До появи сходів для живлення проростка використовуються поживні речовини насінини [63]. Із розвитком асиміляційної діяльності листків рослина починає синтезувати органічну речовину, за рахунок якої проходить подальший її розвиток [44]. Стартові умови росту молодих рослин часто є визначальними для їх подальшого розвитку [23].

Рослини використовують тільки частину мінеральних елементів, внесених у ґрунт [42]. Так, для більшості марок мінеральних добрив середні коефіцієнти використання діючої речовини коливаються в межах 40–60 % азоту [34], фосфору 10–20 %, калію 20–40 % [48]. Крім того, рівень засвоєння поживних речовин залежить від структурних показників та якості ґрунту, а також від рівня розвитку кореневої системи рослини [49]. Відповідно до даних, наведених у більшості довідників [53] на формування одного центнера насіння сої необхідно від 4,5 до 7,5 кг азоту, від 1,5 до 3 кг фосфору, від 15,5 до 19 кг калію [6]. Досить широкі межі варіювання коефіцієнтів свідчать про наявність факторів, які сприяють або, навпаки зменшують рівень засвоєння мінеральних речовин ґрунту [27].

Одним з основних резервів підвищення симбіотичної азотфіксації є взаємодія макро- і мікросимбіонтів. Бульбочкові бактерії повинні відзначатися не тільки потужними азотфіксуючими властивостями, але й бути конкурентоспроможними, щодо місцевих штамів, і утворити бульбочки на коренях бобових рослин [32]. Проте конкурентоспроможність штаму визначається також його відповідністю генетичній характеристиці рослини-хазяїна. Штам з високою конкурентною спроможністю на одному сорті рослини може знизити цю здатність, а на іншому сортові тієї ж культури підвищити. На думку Ф. Ф. Адамень [2, 5], саме внаслідок поліпшення відповідності партнерів симбіозу можна сподіватися на підвищення врожайності бобових рослин.

Крім даних про позитивний вплив інокуляції на врожайність бобових культур, існують дані щодо негативного впливу цього заходу. Так, за повідомленням К. Vlassak і L. Raynders [32] азотне живлення, джерелом якого є тільки біологічна азотфіксація, спричиняє зниження врожайності гороху й сої на 8–10 %. Це пов'язано з тим, що процес фіксації азоту з повітря є досить енергоємним (для фіксації однієї молекули N_2 витрачається 15–20 молекул АТФ), а джерелом енергії є вуглеводи, синтезовані рослинами шляхом фотосинтезу. Відповідно ці сполуки використовуються не на формування урожаю, а на фіксацію атмосферного азоту [4, 19].

Крім формування урожаю бобових культур інокуляція впливає на схожість насіння й енергію проростання, що обумовлено здатністю бульбочкових бактерій синтезувати вітаміни, ауксини, деякі амінокислоти, антибіотики та інші фізіологічно активні речовини, необхідні рослинам для росту й розвитку.

Встановлено, що за обробки насіння Ризобофіта кількість рослин на час збирання в усіх дослідах була вищою, ніж без застосування препарату: в дослідах з люпином на 35–51 %, в дослідах з соєю на 16–23 %, в досліді з конюшиною на 29 %, з чиною на 12 % [8, 12, 14, 15].

Таким чином, симбіотична азотфіксація розглядається як важливий і

невід'ємний елемент формування високого врожаю бобових культур та підвищення його якості, а також покращення азотного режиму ґрунту й охорони довкілля.

1.2 Мінеральне живлення та особливості удобрення бобових культур

Серед хімічних засобів інтенсифікації землеробства, підвищення його продуктивності й ефективності головними, як за масштабами, так і за економічними результатами, є мінеральні добрива. Нині агрохімічна наука має значну кількість фундаментальних розробок, впровадження яких (з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов і особливостей агротехніки) створює необхідні передумови для підвищення родючості ґрунтів і одержання високих сталих врожаїв при збереженні й поліпшенні навколишнього середовища [10, 40, 21].

Ефективність добрив значною мірою залежить від культури землеробства. Так, за даними І. У. Марчука [11], на частку добрив у формуванні врожаю країн Європи припадає – 45–50 %, США – 40–45 %, в Україні – 30–40 %.

Реалізувати потенційні можливості рослинних організмів повною мірою можливо завдяки оптимізації всіх факторів навколишнього середовища, зокрема, режиму живлення. Процес живлення включає надходження в організм елементів, без яких рослини не можуть нормально рости і розвиватися. Провідними є вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій і сірка. Вуглець, кисень і водень рослина отримує в достатній кількості з повітря, а азот, фосфор, калій й сірку – з ґрунту; досить часто спостерігається дефіцит саме цих елементів [18, 21, 30].

Дослідження особливостей живлення зернобобових культур забезпечують інформацією про оптимальні норми внесення мінеральних добрив, їх ефективність і вплив на продуктивність рослин та якість урожаю.

Як стверджують М. Т. Голопятов, В. І. Летуновский [30, 46], при вирішенні проблеми застосування добрив необхідно брати до уваги вид елементів живлення, період розвитку рослин, потреби організму для оптимального росту й формування високого рівня врожаю. На думку В. Ф. Петриченка та Г. В. Бондар [25, 47], важливою є необхідність збалансованого мінерального живлення бобових рослин протягом вегетації й відповідного забезпечення рослини в критичні її періоди. Так, у сої й чини нестача хоча б одного з основних елементів живлення призводить до опадання квіток, зав'язей, формування невеликої кількості недостатньо виповненого насіння.

Незалежно від умов вирощування бобові культури з урожаєм виносять велику кількість азоту, фосфору, калію та інших елементів, зокрема:

- соя за урожайності 16 ц/га зерна і 20 ц/га соломи з ґрунту виносить 85–90 кг азоту, 50–60 калію і кальцію та 25–30 кг/га фосфору [23, 28, 36, 58];

- кормові боби в середньому з 10 ц зерна і відповідною кількістю побічної продукції вони виносять: азоту – 40–50 кг, фосфору – 12–15 кг і калію – 45–50 кг [12, 43];

- чина на формування 1 ц насіння та 1 ц соломи використовує 4,5–5,0 кг азоту, 1,8–2,2 фосфору і 2,7–3,5 кг калію [49, 57];

- сочевиця на формування 1ц насіння виносить з ґрунту 3,8–4,3 кг азоту, 1,5–2 фосфору та 2,0–2,5 калію [22, 42].

Азот є складовою багатьох органічних сполук – амінокислот, амідів та білків, нуклеїнових кислот та їх похідних, алкалоїдів, хлорофілу, регуляторів росту, ферментів. До складу сухої речовини рослин входить від 1,5 до 5,0 % азоту. Як надлишок, так і нестача азоту в ґрунті призводить до зниження продуктивності культури та погіршення якості врожаю [15, 38].

Підвищені дози азотних добрив подовжують тривалість не тільки вегетаційного періоду бобових, а й призводять до вилягання рослин, сприяють зростанню ступеня ураження шкідниками й хворобами, нерівномірному дозріванню насіння та зниженню його якості.

Нестача азоту виявляється візуально: уповільнюється ріст стебла та коренів; пожовтіння листків (особливо нижніх) через руйнування хлорофілу змінюється побурінням тканин і їх засиханням [28].

Саме особливості азотного живлення бобових рослин найбільш інформативні щодо здатності рослин до інтенсивного метаболізму.

З приводу азотного живлення бобових, зокрема сої, існують суперечливі літературні дані, які можна узагальнити:

- рослинам мінеральний азот не потрібний, оскільки за наявності певного комплексу умов (специфічні раси бульбочкових бактерій, достатня забезпеченість фосфором і калієм, наявність мікроелементів, реакція середовища близька до нейтральної, оптимальна вологість тощо) рослини повністю задовольняють свої потреби в азоті завдяки фіксації з повітря. Внесення азотних добрив у невеликих дозах не забезпечує суттєвого ефекту. Врожай за внесення повної норми мінеральних добрив практично є однаковим з врожаєм, отриманим лише на фосфорно-калійному фоні [11, 19];

- сої потрібні невеликі “стартові” (10–30 кг/га) дози азотних добрив [20, 24]. Дане твердження пояснюється тим, що в перші фази розвитку рослин, коли бульбочки ще не утворились і не почався процес азотфіксації, соя використовує мінеральні форми азоту для утворення більшої площі листової поверхні, яка в майбутньому буде потрібна для успішної азотфіксації;

- під сою потрібно вносити середні дози азотних добрив, як взаємодоповнення симбіотрофного і автотрофного живлення [29];

- необхідне повне забезпечення сої мінеральним азотом, оскільки для бобово-ризобіального симбіозу не завжди складаються сприятливі умови й в більшості регіонів азот біологічно фіксований азот забезпечує одержання порівняно невеликих урожаїв [25].

- на нашу думку, причиною, що формує у вчених-дослідників різні позиції з даного питання є проведення досліджень на ґрунтах, різних за

ступенем окультуреності й механічним складом, за різної забезпеченості макро- й мікроелементами, з різною реакцією середовища ґрунтового розчину, без проведення ретельного визначення активності бульбочкових бактерій.

- так, за інтенсивної технології вирощування сої передбачається внесення лише «стартових» доз азоту при сівбі (20–30 кг/га). Разом з тим досвід отримання високих урожаїв сої (30–50 ц/га) вказує на необхідність внесення мінерального азоту в дозах 60–120 кг/га д.р. на фоні підвищених доз фосфорних і калійних добрив [24].

- за даними І. Т. Першак та Л. Д. Тищенко [22, 24] суттєва прибавка урожаю сої за застосування азотних добрив була одержана в дослідках на чорноземах деградованих лісостепової зони. При цьому максимальний врожай зерна сої (21,7–35,8 ц/га), залежно від метеорологічних умов, був одержаний при внесенні дози N_{30-60}

- в багаторічних дослідженнях з впливу мінерального азоту на продуктивність сої в умовах центрального Лісостепу України й північної зони Молдавії найбільш ефективним було передпосівне внесення азотних добрив в дозі N_{60} [14, 29].

- позитивний вплив азотних добрив на загальне азотонакопичення та врожай сої відмічено в роботах В. В. Говоріної та Б. О. Ягодіна, А. М. Розвадовськош та інших авторів [35, 53].

- проте інші вчені вважають, що застосування мінерального азоту під сою недоцільне, оскільки рослинам до початку процесу фіксації достатньо тієї кількості доступного азоту, що є в ґрунті [41].

- разом з тим дози мінерального азоту, рекомендовані різними авторами, коливаються в межах від 15–30 до 70–165 кг/га і навіть більше [28].

1.3 Ботанічна характеристика сої

Соя відноситься до родини бобових Fabaceae, ботанічний рід сої *Glycine* об'єднує більш як 40 видів, з яких половина росте в країнах тропічної Африки. Виробниче значення і поширення має вид сої культурної *G. hispida* L., у якої є 6 підвидів. В Україні поширений слов'янський підвид - *ssp. Solovonica* Kov. Ef Pinz.

1.4 Біологічні особливості сої

Культурна соя – це однорічна самозапильна трав'яниста рослина з гіллястим стеблом заввишки до 1 м і більше.

Рослини сої в процесі онтогенезу проходять XII послідовних етапів, потрібних для досягання насіння, ці етапи подібні до онтогенезу інших бобових культур.

Перший етап – відповідає фазі проростання, конус наростання поки що недиференційований;

Другий етап – проходить закладання справжніх листочків і бокових пазушних бруньок. На цьому етапі вирішальне значення має довжина дня і температура;

Третій етап – характеризується сповільненим формуванням листків конусу наростання;

Четвертий етап – формуються квіткові бруньки;

П'ятий етап – послідовно диференціюються органи квітки. В цей період вимоги до тепла і довжини дня знов підвищуються;

Шостий етап – формуються клітини пилку;

Сьомий етап – інтенсивний ріст всіх раніше закладених елементів квітки і інтенсивний ріст стебла, співпадає з фазою бутонізації;

Восьмий етап – кінець бутонізації;

Дев'ятий етап – цвітіння, - зовнішньо як стан не відмічається, а запліднення здійснюється ще у закритому бутоні.

Десятий етап – росте і формується плід;

Одинадцятий етап – значно збільшуються розміри насіння, і в них накопичуються поживні речовини;

Дванадцятий етап – поживні речовини перетворюються в запасні і настає фаза повного дозрівання насіння.

В процесі онтогенезу сої виділяють такі фази розвитку: проростання; сходи; 1-ий справжній листок; 2-ий справжній листок; галуження; бутонізації; цвітіння; формування бобів; наливання зерна; дозрівання плодів і насіння; фаза стиглості.

Соя походить із Південно-Східного Китаю, тому відноситься до теплолюбних культур. Вона сформувалася в умовах теплого мусонного клімату. Температура для неї є основним кліматичним фактором. Завдяки величезній кількості сортів вона пластична до умов вирощування, ареал її досить широкий – від екватора до 52-54⁰ північної широти, охоплює райони північної межі землеробства і вічної мерзлоти в нижніх горизонтах ґрунту. Для більшості сортів за вегетаційний період необхідна сума активних температур повітря (понад 10⁰С) від 1600-2000 до 3200⁰С. Температура ґрунту для проростання насіння сої на глибині його загортання: мінімальна – 6-7⁰С, оптимальна 15-18⁰С. Для формування репродуктивних органів: – мінімальна 18-19⁰С, оптимальна 21-23⁰С. Для цвітіння – мінімальна – 16-18⁰С, оптимальна 22-25⁰С, максимальна – 28⁰С. Для формування бобів і насіння: мінімальна 13-14⁰С, оптимальна 20-23⁰С. Для досягання – відповідно: 13-16⁰С, 18-20⁰С. Найбільше тепла соя потребує у фазу цвітіння, зав'язування бобів і формування насіння.

Для фотосинтезу і біологічної фіксації азоту важлива освітленість листків сої усіх ярусів. Соя – культура короткого дня, особливо реагує на його тривалість. Найбільш урожайним сортам цілком відповідають чітко виражений ритм короткого дня і не більше ніж 13 сонячних годин за добу.

Для більшості сортів оптимальна тривалість дня 13-16 годин, при цьому сорти з сильно вираженою фотоперіодичною реакцією утворюють більше квіток і плодів при тривалості дня 10-12 годин, слабореагуючі – при 14-16 годин.

Соя відноситься до середньопосухостійких рослин. Менше вологи використовує у період від сходів до початку цвітіння. При проростанні насіння сої поглинає 130-160% вологи від своєї маси. Після сходів у сої інтенсивно розвивається коренева система і дуже повільно надземна маса, тому випаровування води в цей час незначне. Найбільше вологи рослинам потрібно під час цвітіння і росту бобів. Нестача води призведе до опадання бутонів, квіток, плодів, зменшення маси насіння і врожаю. Транспіраційний коефіцієнт сої високий – 520-600.

Найбільш придатні для сої ґрунти з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7,0), родючі з високим вмістом органічної речовини. Непридатні для неї солонцюваті важкі і дуже легкі, кислі і заболочені ґрунти.

Важливою особливістю сої є здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями-ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значною мірою або навіть цілком задовольнити свою потребу в азоті. Це знижує залежність рослин від наявності азотних сполук в ґрунті і дозволяє вирощувати її при відсутності або при мінімальному використанні дорогих і екологічно небезпечних мінеральних азотних добрив. Водночас бобові культури мають звичайну для інших рослин властивість до поглинання з ґрунту й асиміляції мінеральних і органічних сполук азоту.

Незважаючи на значну кількість робіт, присвячену аналізу фізіолого-біологічних механізмів фіксації молекулярного азоту і його асиміляції бобовими рослинами, співвідношення симбіотичного і автотрофного азотного живлення не може вважатися достатньо вивченим.

У сої відносна ефективність використання фіксованого азоту і азоту з мінеральних добрив суттєво залежить від сорту і умов вирощування рослин, і

збільшення від інокуляції в багатьох випадках можуть бути вищими, ніж від внесення азоту. Таким чином, одним із важливих зовнішніх факторів, які впливають на утворення і розвиток корневих бульбочок сої та їх азотфіксуючу активність, є мінеральний азот. Його високий вміст в ґрунті затримує появу бульбочок і знижує інтенсивність азотфіксації. Невеликі дози азоту можуть здійснювати стимулюючу дію. Середні і високі дози зв'язаного азоту знижують ефективність функціонування симбіотичної системи і не завжди сприяють росту врожаю, а в деяких випадках ведуть до його зниження.

Причини різних думок залишаються незрозумілими, а погляди про доцільність використання стартових доз азоту в практиці рослинництва мають протиріччя.

Соя характеризується відносно повільними темпами накопичення сухої речовини і азоту на ранніх стадіях онтогенезу і високою інтенсивністю цих процесів у період плодоутворення. Мінеральний азот для сої відіграє суттєву роль у період вегетативного росту, починаючи з цвітіння, джерелом азотного живлення стає азотфіксація. Високі темпи азотфіксації на початку репродуктивної фази підтримуються за рахунок посилення активності одиниці маси бульбочок, а пізніше – за рахунок збільшення їх маси.

В період від початку плодоутворення до наливання зерна в рослини сої надходить 55-60% фіксованого азоту від загальної кількості за період вегетації. Тому ріст бобів і наливання зерна відбувається, головним чином, шляхом прямого використання фіксованого азоту, а не за рахунок реутилізації раніше накопиченого азоту і зниження його вмісту у вегетативних органах [21].

РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Загальна характеристика місця проведення дослідів

СТОВ «Мрія» знаходиться в с. Веприк Гадяцького району Полтавської області. Воно розташоване в зоні Лісостепу і має такі ґрунтово-кліматичні умови.

Клімат Лісостепу помірно-континентальний з теплим літом і помірно холодною зимою. Максимальна температура у липні 39 °С, а мінімальна у січні мінус 28–32°С. Сніговий покрив з'являється в середньому 15–25 листопада, а сходить у кінці березня. Кількість днів з сніговим покривом коливається від 70 до 110 днів. Середня висота снігового покриву 20–30 см. Морози в східній частині Лісостепу починаються в першій, а в західній частині в другій декаді жовтня, весняні приморозки припиняються на сході в кінці квітня – на початку травня, на заході – у середині квітня. Середня тривалість безморозного періоду 160–170 днів. Річна сума опадів в середньому 545 мм. Господарство має 3390 га сільськогосподарських угідь, із них 3272 га орних земель (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1

Склад земельних угідь

Вид земель	Площа, га
Орних земель	3272
Сінокосів	3
Пасовищ	3
Лісів	77
Боліт	30
Садів	5
Всього землі	3390

В останні роки в господарстві відпрацьована наступна структура посівних площ (таблиця 3.2).

Таблиця 2.2

Структура посівних площ

Культура	Площа, га	Питома вага, %
Зернові і зернобобові, всього	2180	72,5
в т.ч. Озимі	1430	26,4
Ярі зернові	600	36,9
Зернобобові	150	9,2
в т.ч. Соя	100	3,8
Технічні, всього	445	27,3
в т.ч. Цукрові буряки	245	15
Соняшник	200	12,3
Картопля і овочі, всього	2	0,1
В т.ч. Картопля	2	0,1
Посівні площі	2627	100

Проаналізувавши дані наведені у таблиці 2.1 та 2.2 можна зробити висновки, що структура посівних площ відповідає потребам господарства.

Найбільші площі посіву відведені під зернові та зернобобові культури. Соя займає 3,8 % у структурі посівних площ.

Впроваджуючи передові технології обробітку ґрунту, поліпшення його родючості, ТОВ «Мрія» з року в рік збільшує врожайність сільськогосподарських культур. Однак урожайність сої залишається на досить низькому рівні, що потребує кращого підходу до формування технології вирощування цієї культури.

В таблиці 3.3 показано, що урожайність основних культур в господарстві знаходиться на досить високому рівні, що важливо в сучасному важкому економічному стані. Такої урожайності досягнуто за рахунок високої

агротехніки, правильного внесення добрив, оптимальних строків сівби та заходів по догляду за польовими культурами.

Таблиця 2.3

Середня урожайність сільськогосподарських культур в господарстві, ц/га

Культури	2022 рік	2021 рік	2020 рік
Озима пшениця	45,5	47,0	38,4
Ячмінь	27,3	35,0	22,1
Кукурудза на зерно	65,7	73,2	59,9
Цукрові буряки	390	400	350
Соняшник	27,0	29	22,7
Картопля	195	190	190
Соя	25,5	28,0	21,4

Урожайність сільськогосподарських культур, порівняно з іншими господарствами району, висока. Така урожайність досягнута за рахунок високої агротехніки, оптимальних строків сівби та заходів догляду.

2.2 Ґрунтові та погодні умови в роки проведення досліджень

Господарство розміщене у зоні помірно-континентального клімату з недостатнім зволоженням, холодною зимою і жарким, а іноді і сухим літом.

За даними Полтавської метеостанції середня багаторічна температура повітря складає +6,8 °С. Кількість сонячної енергії достатня для вирощування сільськогосподарських культур, кількість опадів піддається частим змінам. Тому весь комплекс агротехнічних заходів повинен бути направленим на збереження вологи. В окремі роки бувають значні відхилення температури від середніх показників. Такі коливання взимку

призводять до відлиг, внаслідок чого при повторних морозах вимерзають посіви озимих культур.

Дані про середньомісячну багаторічну температуру повітря наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Температура повітря за багаторічними даними, °С

Роки	Місяці												За рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2020	-7,9	-9,6	-6,7	0,7	6,1	10,0	20,3	20,4	18,1	14,2	7,3	1,2	8,1
2021	-4,1	-10,7	-3,3	1,4	9,3	12,1	20,6	21,8	18,3	15,6	8,3	-1,1	9,2
2022	-5,7	-9,5	-2,4	0,8	10,1	15,2	21,1	21,4	19,3	15,6			
Багато-річні	-5,2	-9,9	-4,1	0,9	8,5	12,4	20,6	21,2	17,6	15,1	7,9	-4,9	7,6

Сніговий покрив в середньому тримається 85 діб. Найбільша висота снігового покриву у грудні — 36 см, в січні — 8-10 см та лютому — 11-14 см. Ґрунт промерзає на глибину 64 см. Повністю відтає на початку квітня. Зимою над територією господарства переважають східні і північно-східні вітри. Весною — вітри північно-східні, східні, літом — західні. Середня швидкість вітру 3,2-5,4 м/с. У період посухи вологість повітря в травні-серпні становить 17%. Тривалість сонячної радіації за рік — 1851 годин.

Період із середньодобовими температурами вище 0°C складає 245 діб, він настає в кінці березня і закінчується в другій половині листопада. Тривалість вегетаційного періоду, якому відповідає перехід температур через +5°C, дорівнює 202 дні. Безморозний період триває 170 діб, період з температурою вище +10°C становить 165 діб, а вище +15°C — 120 діб. Перші осінні заморозки настають у жовтні, в окремі роки бувають раніше або пізніше. Середньорічна кількість опадів за даними Полтавської метеостанції становить 486 мм. По місяцях опади розподіляються нерівномірно.

Найбільша кількість їх випадає у весняний період та в червні, а найменша - в січні (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5

Кількість опадів за багаторічними даними, мм

Роки	Місяці												За рік
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2020	47	26	22	24	63	33	43	70	63	22	65	12	490
2021	24	22	23	31	34	17	15	8	12	62	21	18	287
2022	36	24	69	48	25	9	100	59	8	90	56	38	562
Багато-річні	35,6	24	38	34,3	40,6	22	61	61	40,3	58	47,3	22,6	485

Слід відмітити, що в цілому кліматичні умови за кількістю тепла і вологи сприятливі для вирощування всіх районованих сільськогосподарських культур.

Територія приватного сільськогосподарського підприємства розміщена на Середньоросійському підвищенні, в околицях Полтавського плато. Рельєф - широкохвильовий.

Основною ґрунтоутворюючою породою на території господарства є пилувато-суглинковий лес. У пониженнях місцях і балках ґрунтоутворюючою породою є алювіально-делювіальні відклад. Ґрунтовий покрив господарства дуже різноманітний. Утворення різних типів ґрунтів пов'язане з різним рельєфом, ґрунтоутворюючими породами, а також виробничою діяльністю людини.

В результаті обстеження на території господарства «Мрія» був виявлений такий тип ґрунту: чорнозем опідзолений слабозмитий. Найбільш поширеним серед них є Чорнозем опідзолений слабозмитий, утворений на карбонатному лесі. Наявність карбонатів у лесі досягає 13%. Ґрунтовий профіль має добре виражені два генетичних горизонти. Верхній - гумусо-алювіальний горизонт (0-41 см) темно-сірого кольору, ґрунтово-пилової

структури в орному шарі, і зернистий у підорному, важкого механічного складу, перехід до наступного генетичного горизонту поступовий. Верхня частина перехідного горизонту (41-75 см) ілювіальна, темно-бурого кольору, ущільнена, зернисто-горіхоподібної структури, перехід до наступного горизонту поступовий. Нижня частина перехідного горизонту (75-103 см) ілювіальна, брудно-бура, ущільнена, призмоподібної структури, з напливом оксидів заліза бурого кольору, перехід до слабоілювіальної породи помітний.

Материнська порода – лес, пилювата важко-суглинкового механічного складу.

Вміст гумусу (по Тюріку) у верхньому шарі ґрунту (0–20 см) складає 3,07–3,63 %. За поглибленням профілю вміст гумусу зменшується й на глибині 40–50 см складає 1,76–1,84 %, а на глибині 80–90 см – 1,06–1,15 %. Реакція сольової витяжки близька до нейтральної (РН дорівнює 6,7 – 6,9). Гідролітична кислотність у шарі 0–20 см – 4,37–6,28 мг/екв. Ступінь насиченості основами 83–87 %.

Кількість легко рухомих форм поживних речовин постійно змінюється під дією багатьох факторів: механічного складу, обробітку ґрунту, системи удобрення у сівозміні.

Запаси рухомих форм поживних речовин наступні: доступного фосфору й рухомого калію (по Чірікову) відповідно 8–9 і 10–11 мг в 100 г повітряно-сухого ґрунту.

Підґрунтові води знаходяться на глибині 25–40 м і не впливають на водний режим верхніх горизонтів ґрунту.

2.3 Методика проведення досліджень

Наукові досліді проводили у виробничих умовах польової сівозміни СТОВ «Мрія» Гадяцького району Полтавської області впродовж 2020–2022 років. Метою досліджень було вивчення особливостей росту і розвитку та

закономірностей формування врожаю сої за умови застосування бактеріальних препаратів для передпосівної обробки насіння.

Для нашого дослідження було виділено ділянку поля, де в минулому році вирощували ячмінь ярий без внесення мінеральних та органічних добрив. Хімічна меліорація останній раз на даній дослідній ділянці проводилась 5 років тому. Глибина орного шару становить 25 см, рН = 6,5. Значного засмічення бур'янами в посівах ячменю ярого не було. Вегетаційний період росту сої 90–110 діб. Обробіток ґрунту поліпшений в 2 декаді вересня проводиться лушення стерні дисковим лушильником ЛДГ-15 з трактором Т – 150 К, в 3 декаді вересня проводилася оранка на глибину 25–27 см. ПЛН 5-35 в агрегаті з трактором Т – 150 К. Передпосівний обробіток: в 3 декаді березня культивування на глибину 10–12 см з боронуванням на глибину 6–8 см, для цього використовували зчіпку КПС – 4 + БЗСС - 1.0, Т – 150 К, сіяли в другій декаді травня рядковим способом міжряддям з 15 см. Сівалкою Геспардо + МТЗ – 82. Перед сівбою насіння обробляли протруйником Фундазол. Догляд за посівами: проводили внесенням гербіциду у фазі 2-х справжніх листків сої. Збір врожаю проводиться в 1 декаді вересня мінікомбайном німецького виробництва SAMPO. У досліді було 3 варіанти і 4 повторності із загальної кількості ділянок $3 \times 4 = 12$. Вибираючи земельну площу, було проведено ґрунтове обстеження, вивчено історію полів, рослинний покрив, рельєф та мікрорельєф місцевості.

Всього у досліді вивчали 3 варіанти обробки посівного матеріалу: Контроль; Оптімайз 400 та БіоМаг Соя.

Згідно з завданням і видом дослідження попередньо було визначено загальний розмір і форму дослідної ділянки, вона має форму 3,6 м x 10 м і площу 36 м².

У нашому досліді було проведено такі спостереження:

I. Аналіз фенологічних спостережень;

1.1. Густота рослин, шт./м²;

1.2. Площа листкової поверхні, см²;

- 1.3. Кількість бобів на рослині, шт.;
- 1.4. Маса зерен з всієї ділянки, кг;
- 1.5. Біологічна урожайність зерна, ц/га;
- II. Аналіз структури рослин сої:
 - 2.1. Висота рослин, см;
 - 2.2. Кількість бобів на одній рослині, шт.;
 - 2.3. Кількість насінин з однієї рослини, шт.;
 - 2.4. Кількість насінин в одному бобі, шт.;
 - 2.5. Маса 1000 насінин, г;

Методика визначення площі листкової поверхні по 4-х фазах:

- I – галуження,
- II – цвітіння,
- III – формування бобів,
- IV – стиглість.

З кожної ділянки відбираємо по 10 рослин, обриваємо листя і зважуємо його. Потім з 50-ти листків металевою трубкою певного діаметру робимо висічки. Знаючи площу однієї висічки, масу висічок, їх число і загальну кількість листків визначаємо за формулою:

$$S = P \times S_1 \times n / P_m, \text{ де}$$

S – площа листкової поверхні з 10 рослин, см^2 ,

S_1 – площа однієї висічки, см^2 ,

P – загальна маса листків, г,

P_m – маса висічок, г,

n – кількість висічок, шт.

Збирання і облік урожайності:

Сою на зерно збирають у фазі повної стиглості, коли вона скине листя – насіння в цей час висихає і відокремлюється від стулок боба (вологість зерна повинна бути 13–14 %).

Облік урожаю найкраще проводити суцільним способом, зважуючи всю продукцію із всієї облікової площі. Перерахунок одержаної маси зерна

(т) при певній засміченості і польовій (на час збирання) вологості з облікової площі на стандартні показники (на гектарну площу, 100 %-у чистоту і 14 %-ну вологість) проводять у такій послідовності:

1. Урожай з облікової площі переводять на гектарну площу, для чого його ділять на площу облікової ділянки і множать на перевідний коефіцієнт, який являє собою частину від ділення гектарної площі (10000 м²).

2. Одержану величину врожаю зерна певної засміченості і польової вологості (т/га) перераховують на 100 %-у чистоту, помноживши її на попередньо визначений відсоток чистоти зерна і поділивши на 100.

3. Урожай чистого зерна при польовій вологості (т/га) перераховують на 14 %-у вологість. Для цього множать на коефіцієнт (К), визначений за формулою:

$$K = 100 - B \% / 100 - 14 = 100 - B \% / 86, \text{ де}$$

B % - польова вологість.

На 14 %-у вологість перераховують урожай всіх зернових та зернобобових культур.

2.4 Матеріал для досліджень

Сузір'я ранньостиглий сорт сої маньчжурського підвиду, апробаційної групи *sordida*. Вегетаційний період становить 80–102 діб. Оригінація ННЦ «Інститут землеробства НААН України». У Державному реєстрі з 2015 року.

Оптімайз 400 – це інокулянт, який виготовлено на основі штаму *Bradyrhizobium japonicum* 5×10^9 + Ліпо-хітоолігосахарид 2×10^{-7} %. Застосовують у препаративній формі розчинного концентрату (РК). Має механізм дії, який стимулює природні ростові процеси, що пов'язані з азотфіксацією. І, як результат, дає можливість рослинам покращити живлення та розвиток. Інокуляція препаратом Оптімайз 400 передбачає обробку насіння сої чистою культурою бульбочкових азотфіксуючих бактерій *Bradyrhizobium japonicum*. Синергіз діючої речовини з сигнальною

молекулою ліпо-хітоолігосахаридом дозволяє максимально швидко сформувати мікоризні зв'язки бактерій та коріння, що сприяє значно швидшій появі бульбочок, які насичують рослину атмосферним азотом. До складу біопрепарату додано спеціальну поживну речовину, завдяки якій подовжується життєздатність бульбочкових бактерій та збільшено можливий термін зберігання інокульованого насіння. Норма використання 1,8 л/т насіння.

БіоМаг Соя – інокулянт для передпосівної обробки насіння сої. Препаративна форма – рідка концентрована суміш виготовлена на основі бактерій *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5×10^9 КУО/мл та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни). Штам характеризується високим рівнем симбіотичної спорідненості із ботанічним таксоном соя та забезпечує високий рівень інокуляції на майже всіх його генотипах. Препарат БіоМаг Соя застосовують для обробки посівного матеріалу сої вологим методом у машині для протруювання насіння типу ПС-10 або в мішалці, або методом ручної обробки посівного матеріалу. Наявність стабілізаторів у розчині інокуляцію насіння можливо проводити завчасно (10–15 діб до сівби). У разі сумісного використання в одному робочому розчині з рекомендованими протруйниками оброблений посівний матеріал необхідно посіяти відразу або впродовж 3-х діб. Норма використання 3 л/т насіння (2 л інокулянт + 1 л екстендер).

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Енергія проростання та лабораторна схожість насіння сої залежно від використання бактеріальних препаратів

Бактеріальні препарати стимулюють інтенсивний розвиток кореневої системи, одночасно активізують всі ростові процеси рослини, починаючи з енергії проростання та схожості насіння й до утворення продуктивної частини. Такі аспекти дії препаратів пов'язані, насамперед, з впливом на ризосферу рослин: формується корисна мікрофлора, відбувається синтез біологічно активних сполук в ризосфері, створюються умови для розвитку вторинних коренів. Більш потужна коренева система покращує водне та мінеральне живлення рослин [50]. Лабораторна схожість вважається однією з важливих характеристик посівних якостей насіння і визначає його біологічну й господарську цінність. Так, у оригінального та елітного насіння схожість має бути не нижче 90 % (для кормових бобів) та не нижче 92 % для сої, сочевиці й чини.

Враховуючи численні публікації, а саме Я. В. Каленчук [46], М. М. Гордій [25], В. Д. Сакало [10], які вказують на наявність прямого зв'язку між енергією проростання та врожайністю сільськогосподарських культур, зростання цього показника, безумовно, є передумовою до кращого розвитку рослин [50].

Схожість насіння є одним із параметрів, що впливає на подальший розвиток та формування продуктивності культурних рослин [18] і залежить від спадковості сорту та низки факторів (температури, вологості), за яких відбувалося вирощування насіння та його збирання [48]. Останнім часом підвищення схожості насіння різних сільськогосподарських культур науковці досягають за допомогою застосування різних препаратів, у тому числі бактеріальних та мікродобрих [4].

Метою визначення лабораторної схожості є виявлення кількості

насіння, яке може утворювати нормально розвинені проростки.

Аналіз отриманих даних (табл. 3.1) свідчить, що середня енергія проростання та лабораторна схожість насіння сої в контролі становили 86,3 і 97,5 %, що відповідає вимогам ДСТУ.

Таблиця 3.1

Схожість та енергія проростання насіння сої залежно від застосування інокулянтів, 2020–2022 рр.

Варіант	Енергія проростання		Лабораторна схожість	
	%	відхилення від контролю	%	відхилення від контролю
Контроль	86,3	—	97,5	—
Оптімайз 400	89,6	+ 3,3	99,4	+ 1,9
БіоМаг Соя	87,4	+1,1	99,0	+ 1,5
НІР _{0,05}	0,6	—	0,5	—

Як свідчать отримані результати, передпосівна інокуляція бактеріальними препаратами насіння сої, позитивно вплинула на енергію проростання: відбулося збільшення показника від 1,27 % (за обробки БіоМаг Соя) до 3,8 % (за обробки насіння сої Оптімайз 400).

За два роки дослідження найвища лабораторна схожість була відмічена на варіанті з інокуляцією насіння Оптімайз 400 і становила 99,4 %, що на 1,9 % більше за контроль. Передпосівна інокуляція БіоМаг Соя збільшила даний показник на 1,5 %, його значення становило 99,0 %.

Аналіз результатів дослідження довів, що передпосівна інокуляція бактеріальними препаратами мала суттєвий вплив на енергію проростання та лабораторну схожість за рівнем НІР_{0,05} різниця між варіантами є статистично достовірною.

3.2 Вплив інокуляції на польову схожість насіння та виживання рослин сої

Важливими чинниками формування врожаю сої є польова схожість насіння і виживання рослин за період вегетації. Польова схожість залежить від посівних якостей насіння, способів підготовки його до сівби, системи удобрення, строків та способів сівби, глибини загортання та норми висіву тощо.

На думку О. М. Головки, застосування бактеріальних добрив дає можливість спрямовано регулювати найважливіші процеси в рослинному організмі, найповніше реалізовувати потенційні можливості сорту, закладені в геномі природою та селекцією.

На варіантах, де застосовували інокуляцію насіння, польова схожість перевищувала контроль на 2,4 % (Оптімайз 400) та на 1,9 % (БіоМаг Соя).

3.3 Тривалість періоду вегетації сої залежно від бактеріальних препаратів

Терміни проходження рослинами основних фенологічних фаз відображають рівень їх адаптації до навколишнього середовища, й тому аналіз фенологічних ритмів є важливим показником дослідження біології сільськогосподарських культур.

Нами було встановлено, що в умовах господарства тривалість періоду вегетації сої змінювалась залежно від впливу погодних умов років досліджень та передпосівної інокуляції насіння.

На контролі, тривалість періоду вегетації сої була найменшою і становила 83 доби (табл. 3.2).

Інокуляція насіння препаратом Оптімайз 400 сприяла подовженню періоду вегетації на 6 діб, порівняно до контролю.

Таблиця 3.2

Тривалість міжфазних періодів вегетації сої залежно від інокуляції, діб
(2020–2022 рр.)

Варіант	Міжфазні періоди вегетації			Вегетаційний період	+/- до контролю
	повні сходи – бутонізація	бутонізація – цвітіння	цвітіння – повна стиглість		
Контроль	35	8	40	83	–
Оптімайз 400	34	11	44	89	+ 6
БіоМаг Соя	34	8	44	86	+ 3

Інокуляція препаратом БіоМаг Соя вплинула на подовження вегетаційного періоду на 3 доби.

Слід зазначити, що передпосівна інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами сприяє покращенню режиму живлення, що супроводжується збільшенням періодів розвитку вегетативних органів (бутонізація – цвітіння) та сприяє подовженню розвитку генеративних органів, коли закладається формування зернової продуктивності, і відповідно формується вищий врожай.

3.4 Вплив бактеріальних препаратів на висоту рослин сої

Ріст і розвиток рослин – результат ефективної взаємодії фізіологічних процесів у вегетативних та генеративних органах рослин, на які впливають різноманітні абіотичні та біотичні фактори.

Застосування бактеріальних препаратів вплинуло на збільшення висоти рослин у фазі бутонізації в межах 3 см (табл. 3.3). Під час фази цвітіння ріст стебла сої був кращим на варіантах із застосуванням інокуляції.

Таблиця 3.3

Висота рослин сої залежно від передпосівної інокуляції насіння, діб
(2020–2022 рр.)

Варіант	Фази росту та розвитку сої		
	бутонізація	цвітіння	дозрівання
Контроль	35,4	45,1	84,2
Оптімайз 400	38,9	49,8	87,1
БіоМаг Соя	38,3	49,1	86,6

Висота рослин була вищою більш як на 4 см. В період дозрівання сої висота рослин на варіанті контроль досягала 84,2 см, на варіанті із використанням препарату Оптімайз 400 вона була на 2,9 см вища, а на варіанті з використанням препарату БіоМаг Соя висота рослин збільшилась на 2,3 см, у порівнянні до контролю. На початку фази стиглості ріст рослини припиняється, а точка росту відмирає.

3.5 Площа асиміляційної поверхні сої залежно від застосування бактеріальних препаратів

Важливою умовою формування високих урожаїв бобових культур є підвищення рівня їхньої фотосинтетичної активності, тобто кількості синтезованої органічної речовини на одиницю площі листової поверхні за добу. Одне з основних завдань в досягненні цієї мети – формування посівів з розвиненим листовим апаратом, який би зберігав максимальну активність впродовж всього вегетаційного періоду. Розвинений асиміляційний апарат, оптимальний за площею і динамікою функціонування є одним із чинників одержання сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

За результатами досліджень встановлено, що найбільшого розвитку асиміляційний апарат рослин сої досяг у фазі цвітіння (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Площа листової поверхні рослин сої залежно від бактеріальних препаратів (фаза цвітіння), тис.м²/га

Варіант	Роки			Середнє
	2020	2021	2022	
Контроль	31,8	44,9	40,4	39,0
Оптімайз 400	44,2	58,4	52,6	51,7
БіоМаг Соя	42,8	56,9	49,7	49,8

Найменшу площу листової поверхні зафіксовано на контролі, в розмірі 39 тис.м²/га. Сівба сої насінням інокульованим Оптімайз 400 сприяла формуванню асиміляційної поверхні рослин сої на 32,5 % більшою. За рахунок передпосівної обробки насіння БіоМаг Соя листкова поверхня рослин зросла на 27,6 %, у порівнянні з контролем.

3.6 Вплив бактеріальних препаратів на продуктивність рослин сої

Основними елементами, що визначають урожайність бобових культур є: кількість бобів на рослині, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин.

Таблиця 3.5

Вплив інокуляції на елементи продуктивності сої, 2020–2022 рр.

Варіант	Кількість бобів, шт./рослину	Маса насіння, г/рослину	Маса 1000 насінин, г
Контроль	25	4,3	171,8
Оптімайз 400	34	5,9	178,1
БіоМаг Соя	29	5,6	176,9

Залежно від передпосівної інокуляції насіння сої БіоМаг Соя та Оптімайз 400 кількість бобів на рослині зросла на 16 та 36 %, маса насіння з однієї рослини на 30 та 37 % відповідно (табл. 3.5).

За допомогою обробки посівного матеріалу інокулянтном БіоМаг Соя вдалося збільшити масу 1000 насінин до 176,9 г, що на 3 % перевищило контроль. В той час інокуляція Оптімайз 400 збільшила цей показник на 3,7 %, порівняно до контролю.

На думку багатьох вчених, саме за допомогою цих показників можна розрахувати біологічну врожайність посівів, що є важливим елементом програмування врожаю сільськогосподарських культур.

3.7 Урожайність насіння сої залежно від інокуляції

Основним показником, що відображає ефективність застосування елементів технології вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі і бобових є рівень урожайності.

Таблиця 3.6

Урожайність сої залежно від інокуляції, т/га

Варіант	Роки			Середнє
	2020	2021	2022	
Контроль	2,18	2,50	2,28	2,32
Оптімайз 400	2,71	3,16	3,05	2,97
БіоМаг Соя	2,42	2,86	2,77	2,68
НІР _{0,05}	0,2	0,4	0,2	

Найбільше на рівень урожайності сої впливали погодні умови. Сприятливим для формування урожайності насіння сої був 2021 рік. А в 2020 році ми спостерігали значне зниження цього показника, в зв'язку із засушливими погодними умовами (табл. 3.6).

Застосування передпосівної інокуляції насіння бактеріальними препаратами істотно впливало на приріст урожаю. Дія азотфіксуючих штамів бактерій *Bradyrhizobium japonicum* у формі препарату Оптімайз 400 сприяла отриманню врожайності насіння сої 2,97 т/га, що на 0,65 т/га більше, ніж на контролі.

Урожайність на варіанті, де було застосовано інокуляцію азотфіксуючими штамми бактерій у вигляді препарату БіоМаг Соя зросла на 0,36 т/га, в порівнянні до контролю.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ІНОКУЛЯЦІЇ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ

Економічна ефективність – це співвідношення виробничих затрат та результатів виробництва. Виробництво в сільському господарстві ефективне в тому випадку, коли в ньому найбільш повно використані всі виробничі ресурси з метою одержання необхідної суспільству сільськогосподарської продукції високої якості при мінімальних трудових, матеріальних і фінансових затратах.

Головним показником ефективності виробництва є збільшення виходу продукції з 1 га, зниження собівартості, збільшення прибутку і підвищення рівня рентабельності. Рентабельним вважається те господарство, в якому виручка від реалізації продукції переважає витрати на її виробництво.

Під собівартістю розуміють витрати на виробництво, які виражені в грошовій формі. Вона включає витрати на оплату праці, вартість добрив, паливно-мастильних матеріалів, насіння та інше. Собівартість розраховують діленням затрат по вирощуванню цієї культури на її обсяг.

Прибуток – це різниця між виручкою і всіма виробничими затратами.

Рівень рентабельності – важливий економічний показник, який характеризує результат господарської діяльності. Він відображає ефективність використання коштів на вирощування продукції.

Під рівнем рентабельності розуміють процентне відношення прибутку до суми матеріальних і грошових затрат. Він визначається за формулою:

$$P = \text{ВП} / \text{ВЗ} \times 100, \text{ де}$$

P – рівень рентабельності, %;

ВЗ – виробничі затрати на 1 га, грн.;

ВП – валовий прибуток на 1 га, грн.

Для виконання розрахунків по економічній ефективності виробництва сої за технологіями вирощування, які вивчалися під час досліджень ми

використовували виробничі затрати по вирощуванню сої за варіантами дослідів розраховані в технологічних картах, які подано в додатках: А, Б, В.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування сої за варіантами дослідів
(2020–2022 рр.)

Показники	Контроль	Оптімайз 400	БіоМаг Соя
Урожайність, т/га	2,32	2,97	2,68
Затрати праці, люд.-год.:			
на 1 га	12,39	12,49	12,49
на 1 т	5,34	4,21	4,66
Виробничі затрати на 1 га, грн.	13462	13577	13579
Собівартість 1 ц продукції, грн.	5802,59	4571,38	5066,79
Реалізаційна ціна 1 т продукції, грн.	12000	12000	12000
Вартість валової продукції на 1 га, грн.	27840	35640	32160
Прибуток на 1 га, грн.	14378	22063	18581
Рівень рентабельності, %	106,80	162,50	136,84

Отже, за вище наведеними розрахунками, видно, що найвищий рівень рентабельності 162,50 % на варіанті, де було проведено сівбу сої інокульованим насінням препаратом Оптімайз 400 (табл. 4.1). прибуток за цим варіантом отримали 22063 грн./га.

Також високий показник 136,84 % було отримано за сівби сої інокульованим насінням препаратом БіоМаг Соя.

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Організація раціонального використання природних ресурсів, надійного захисту навколишнього середовища, забезпечення правильних взаємовідносин людського суспільства і біосфери, що ґрунтуються на науковій основі, - одна з глобальних соціально-політичних проблем. Тому охорона природи – це комплексне і довгострокове завдання, яке стосується виробничих сил, науки, культури та інших аспектів діяльності людини. Найважливішою щодо екології є концепція пристосування структур і продукційного процесу організмів до зміни умов навколишнього середовища [29].

Під охороною природи розуміють систему заходів, які забезпечують раціональне використання та відновлення природних ресурсів, збереження природних умов, сприятливих для життя людини, а також захист від руйнування типових, рідкісних і зниклих природних об'єктів. При вирішенні біологічних проблем охорони природи треба зважати на взаємозв'язок природних явищ у середині біологічних комплексів. Вирішення проблем охорони флори і фауни, збереження природних умов, сприятливих для живих організмів ґрунтуються на вивченні екологічних систем — природних комплексів, пристосованих до певних територій.

В Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» (стаття 26) говориться про обов'язкову екологічну експертизу, сутність якої полягає в системі комплексної оцінки всіх можливих екологічних та соціально-економічних наслідків втілення проєктів, функціонування народногосподарських об'єктів, прийняття рішень, направлених на ліквідацію їх негативного впливу на навколишнє середовище, на вирішення намічених завдань з найменшою витратою ресурсів і одержання мінімальних небажаних наслідків. [1,2]

Що стосується господарства СТОВ «Мрія» Гадяцького району, то факторами, які негативно діють на навколишнє середовище є відсутність складів для пестицидів та агрохімікатів, відсутність протиерозійної

сівозміни, а також не в належному стані знаходиться склад для паливно-мастильних матеріалів.

Вище перелічені фактори негативно впливають на стан агроєкосистеми. Так як пестициди та агрохімікати можуть безконтрольно поширюватися в навколишнє середовище. Стан ґрунтів має загрозу розвитку вітрової та водної ерозії, так як значна частина полів розміщена на схилах. Також випаровування паливно-мастильних матеріалів забруднює повітря. Щоб зменшити шкоду довкіллю, потрібно розробляти заходи по безпечному функціонуванню СТОВ «Мрія» Гадяцького району.

Отже, для покращення екологічного стану даного підприємства, необхідно дотримуватися таких вимог:

1. Впровадження протиерозійної сівозміни;
2. Проводити безполицевий обробіток ґрунту;
3. Максимальне утримання еродованих ґрунтів під рослинністю;
4. Вибирати правильні строки внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культур, головним чином періодичності їх живлення, властивостей ґрунту, кліматичних особливостей зони, а також форм добрив;
5. Побудувати та ввести в експлуатацію склад для пестицидів та агрохімікатів;
6. Провести капітальний ремонт складу для паливно-мастильних матеріалів.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

На базі СТОВ «Мрія» Гадяцького району Полтавської області діє служба по охороні праці. Координація діяльності з питань охорони праці в СТОВ «Мрія» проводиться управлінням охорони праці.

Організаційну роботу, підготовку рішень управління та контроль за їх виконанням проводить головний інженер по охороні праці.

Заходи щодо безпеки і поліпшення умов праці на підприємстві розробляються службою охорони праці за основними напрямками господарської діяльності.

Всі заходи щодо охорони праці включаються в колективний договір і угоду з охорони праці між адміністрацією і профспілковою організацією.

У СТОВ «Мрія», обладнаний кабінет по охороні праці та куточки з охорони праці. Кабінет знаходяться у адміністративному корпусі, а куточки у відповідних цехах підприємства.

Підприємство знаходиться в гарному фінансовому становищі і тому приділяє відповідну увагу питанням охорони праці.

Тому витрати на номенклатурні заходи зросли з 21360 грн. до 25590 грн., витрати на засоби індивідуального захисту зросли з 820 грн. до 1110 грн., витрати на лікувально – профілактичні заходи зросли з 2980 грн. до 3170 грн., також з'явилися в 2022 році відрахування в фонд соціального страхування від нещасних випадків, і в результаті цього також відбулося зростання витрат.

Одним із основних факторів, що містять небезпеку під час роботи агрономів є робота з пестицидами, добривами та сільськогосподарською технікою. Також велике значення має дотримання правил пожежної безпеки. Виконання даних вимог дозволяє звести до мінімуму ризик виникнення пожеж та ураження працівників струмом, а таким чином і дає можливість практично ліквідувати випадки виробничого травматизму.

Розглянувши показники стану виробничого травматизму у

СТОВ «Мрія» ми побачили, що на підприємстві не дуже високий рівень травматизму, так як кількість нещасних випадків коливається від 1 до 2 на рік в той час, як чисельність працівників постійно залишалась близько 583 чоловік. В результаті того, що на підприємстві не дуже високий рівень травматизму, то й коефіцієнт втрат робочого часу не високий. Слід також відмітити, що в останній 2022 рік він був найнижчим за останні 5 років і становив 10,32. Все це свідчить про добру організацію охорони праці на підприємстві.

Для ліквідації недоліків на підприємстві по охороні праці необхідно провести наступні заходи:

1. Здійснити перевірку знань з охорони праці у працівників, які не пройшли її раніше;
2. У трудовому договорі обумовити питання щодо не допуску до роботи працівників, які не пройшли навчання з охорони праці, особливо якщо вони зайняті на небезпечних роботах та які не пройшли відповідних видів інструктажів;
3. Придбати нову літературу з охорони праці та знайти в архіві підприємства нові нормативні акти, що регламентують питання охорони праці, та укомплектувати цими засобами куточки з охорони праці у цехах та кімнаті по охороні праці, що знаходиться в адміністративному корпусі;
4. Головним спеціалістом галузі проводити контроль стану ОП кожні 10 днів;
5. Поновити інструкції на робочих місцях.

Всі зазначені вище заходи повинні забезпечити зменшення випадків виробничого травматизму та захворювань, а таким чином і призвести до підвищення ефективності роботи підприємства.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

За результатами досліджень встановлено, що лабораторна схожість насіння за рахунок обробки посівного матеріалу Оптімайз 400 збільшилась на 1,9 %, а БіоМаг Соя – на 1,5 %, у порівнянні до контролю. Енергія проростання насіння покращилась на 3,8 % у варіанті з обробкою Оптімайз 400 та на 1,27 % у варіанті з обробкою БіоМаг Соя.

Польову схожість рослин сої найкращу отримали у варіанті, де проводили інокуляцію насіння БіоМаг Соя, а показник виживання рослин сої впродовж вегетації встановлено найвищий у варіанті з інокуляцію насіння Оптімайз 400.

Тривалість вегетації рослин сої подовжувалась під впливом препарату Оптімайз 400 на 6 діб, а під впливом препарату БіоМаг Соя на 3 доби, у порівнянні до контролю. Також необхідно зазначити, що на цих варіантах було зафіксовано подовження міжфазного періоду цвітіння – повна стиглість, тобто період формування генеративних органів.

Висота рослин до періоду бутонізації у варіантах досліджу суттєво не відрізнялась. Починаючи з фази бутонізації, рослини сої були вищим у варіантах досліджу, де проводили сівбу культури інокуюльованим насінням.

Максимальна площа листкової поверхні 51,7 тис.м²/га була сформована на рослинах варіанту Оптімайз 400, рослини варіанту БіоМаг Соя сформували площу асиміляційної поверхні 49,8 тис.м²/га, що на 10,8 тис.м²/га більше, ніж на Контролі.

Формування генеративних органів також залежало від симбіозу рослин сої з бактеріями. За рахунок інокуляції посівного матеріалу збільшилась кількість бобів на рослині від 25 до 34 шт.

Масу насіння з однієї рослини отримали на 1,3 г більшу, за рахунок застосування препарату БіоМаг Соя та на 1,6 г більшу – в результаті обробки Оптімайз 400. Показник маси 1000 насінин по досліджу варіював, в межах

171,8–178,1 г, найкрупніше насіння було сформоване на рослинах, посівний матеріал, яких інокулювали Оптімайз 400.

Урожайність сої загалом по досліді найвищу отримали у 2021 році. У середньому за три роки на Контролі було сформовано 2,32 т/га, обробка посівного матеріалу Оптімайз 400 впливала на збільшення показника врожайності до 0,65 т/га, а застосування БіоМаг Сої сприяло збільшенню врожайності на 0,36 т/га.

Пропозиції виробництву

Розрахунками економічної ефективності встановлено, що найвищий рівень рентабельності 162,50 % отримали у варіанті, де було проведено сівбу сої інокульованим насінням препаратом Оптімайз 400, прибуток за цим варіантом становив 22063 грн./га.

Тому, в умовах виробництва, під час вирощування сої рекомендуємо перед сівбою проводити інокуляцію насіння препаратом Оптімайз 400, в нормі 1,8 л/т.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про екологічну експертизу», 1995.
2. Закон України «Про охорону навколишнього середовища», 1991.
3. Закон України «Про охорону праці», 1992.
4. Biliavska, L. H., Biliavskiy, Yu. V., Diyanova, A. A., & Mirny, N. V. (2021). Droughtresistant soybean varieties for Steppe and Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 135–140. doi: 10.31210/visnyk2021.01.16
5. Bulgakov V., Adamchuk V., Kaletnik G., Arak M., Olt J. Mathematical model of vibration digging up of root crops from soil *Agronomy Research*. 2014. № 12 (1). P. 41-58.
6. Hanhur, V., Marenych, M., Yeremko, L., Yurchenko, S., Hordieieva, O. & Korotkova, I. (2020). The effect of soil tillage on symbiotic activity of soybean crops. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 26 (2), 365–374.
7. Hunter, M., Jabrun, Plm., & Byth, D. (1980). Response of nine soybean lines to soil moisture conditions close to saturation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 20 (104), 339. doi: 10.1071/ea9800339.
8. Mazur V.A., Pantsyreva H.V., Mazur K.V., Didur I.M. (2019). Influence of the assimilation apparatus and productivity of white lupine plants. *Agronomy Research* 17(X), 206-209. URL: <https://doi.org/10.15159/AR.19.024>.
9. Pantsyreva, H.V. (2019). Morphological and ecological-biological evaluation of the decorative species of the genus *Lupinus* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 74-77. 21997 DOI: 10.15421/2019_711 10.
10. Pospelova, G. D., Kovalenko, N. P., Nechiporenko, N. I., Stepanenko, R. O., & Sherstiuk, O. L. (2021). Influence of fungicidal disinfectants on pathogenic complex and laboratory germination of soybean seeds. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 72–79. doi: 10.31210/visnyk2021.01.08.

11. Pysarenko, V. M., Kovalenko, N. P., Pospelova, G. D., Gorb, O. O., Pischalenko, M. A., Nechyporenko, N. I., & Sherstiuk, O. L. (2020). Technological methods of organic farming as a basis for regulating the development of harmful organisms. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 46–53. doi: 10.31210/visnyk2020.03.05
12. Shepilova, T. P., Petrenko, D. I., Leshchenko, S. M., Skrynnik, I. O., & Artemenko, D. Yu. (2021). Effectiveness of fertilizer application on soybean areas in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 37–42. doi: 10.31210/visnyk2021.01.04.
13. Vozhehova R.A., Lavrynenko Yu.O., Marchenko T.Iu., Borovyk V.O., & Klubuk V.V. (2019). Minlyvist oznaky «masa nasinnia iz roslyny» u hibrydiv soi riznykh hrup styhlosti. *Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv*, (24), 53–58. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v24.1078>.
14. Zain, S., Dafaallah, A., & Zaroug, M. (2020). Efficacy and selectivity of pendimethalin for weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), Gezirastate, Sudan. *Agricultural Science and Practice*, 7 (1), 59–68. doi: 10.15407/agrisp7.01.059
15. Zharikova, D., Chebotar, G., Aksyonova, E., Temchenko, I., & Chebotar, S. (2019). Polymorphisms in SSR-loci associated with E genes in soybean mutant lines offer perspective for breeding. *Agricultural Science and Practice*, 6(3), 45-55. <https://doi.org/10.15407/agrisp6.03.045>
16. Адамовська В.Г., Молодченкова О.О., Січкач В.І. [та ін.]. Біохімічна характеристика генотипів зернобобових культур півдня України у зв'язку з селекцією на якість насіння. *Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції*. 2015. Вип. 26(66). С.107-116.
17. Бабич А. Боротьба з бур'янами в посівах сої в Лісостепу України. *Пропозиція*, 2001. № 1. С. 54 – 55.

18. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Зернові бобові культури у вирішенні глобальної продовольчої проблеми. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2010. Вип. 15(55). С.153-166.
19. Баган А.В., Юрченко С.О., Шакалій С.М. Формування посівних якостей насіння зернобобових культур залежно від стимулятора росту Foliar Concentrate. Таврійський науковий вісник. 2020. № 113. С. 3-9.
20. Бараболя О. В., Найдьон М. Ю., Кононеко С. М., Коровніченко С. Г. Вплив мінерального живлення на продуктивність сої. Вісник ПДАА. 2020. № 4. С. 35–44.
21. Баранов А. І., Ступніцька О. С. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України. Агропромислове виробництво Полісся. 2014. № 7. С. 118-121.
22. Бахмат О.М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: Монографія. Кам'янець-Подільський: Видавець: ПП Зволенко Д. Г. 2012. 436 с.
23. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Діянова А. О., Гарбузов Ю. Є. Нові селекційні форми сої для кормовиробництва. Вісник ПДАА. 2021. № 3. С. 58–65.
24. Білявська Л. Г., Білявський Ю. В., Шаповал О. С., Панченко С. С. Сучасний стан та перспективи насінництва сої в Лісостепу України. Вісник ПДАА. 2020. № 4. С. 45–52.
25. Брухаль Ф. Й., Красюк Л. М. Ефективність агротехнічних і хімічних заходів за контролювання чисельності бур'янів у посівах сої. Карантин і захист рослин, 2010. № 3. С. 10 – 11.
26. Гангур В. В., Пипко О. С., Прокопів О. О. Продуктивність сої залежно від технології передпосівного обробітку ґрунту та інокулювання. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 85–90.

27. Гутянський Р. А., Фесенко А. М., Панкова О. В., Безпалько В. В. Бакові суміші ґрунтових гербіцидів у посівах сої. Корми і кормовиробництво, 2017. Вип. 83. С. 100–105.
28. Дерев'янський В. П. Залежно від засмічення : соя, захист. Карантин і захист рослин, 2004. № 6. С. 26 – 27.
29. Дикун О. В., Жеребко В. М., Дикун М. О. Вплив ґрунтових і післясходових гербіцидів на вміст пластидних пігментів та продуктивність фотосинтетичного потенціалу сої. Вісник ПДАА. 2020. № 1. С. 81–89.
30. Дідора В. Г., Баранов А. І., Ступніцька О. С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм висіву в умовах Полісся України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2013. № 3 (25). С. 138-140.
31. Жеребко В. М. Ефективні заходи хімічного захисту посівів сої від бур'янів у Лісостепу України. Таврійський науковий вісник : Зб. наук. праць. Херсон, 2006. Вип. 52. С. 92 – 97.
32. Зінченко О.І. та інші. Рослинництво К.: Аграрна освіта, 2001.
33. Зінченко О.І., Січкач А.О., Рогальський С. В. та ін. Ріст рослин і врожайність сортів сої в Південному Лісостепу України. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 2 (56), т. 1. С. 119-126.
34. Зуза В. С., Гутянський Р. А. Вплив забур'яненості на врожайність сої. Агроном, 2009. № 3 . С. 82 – 85.
35. Камінський В.Ф. Агробіологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. д.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво». Вінниця, 2006. 48 с.
36. Кірілеско О. Л., Мовчан К. І. Формування врожайності зернобобових культур в умовах Західного Лісостепу України. Корми і кормовиробництво, 2016. Вип. 82. С. 127–133.

37. Колісник С. І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння. Корми і кормовиробництво. 2012. № 71. С. 41–48
38. Кохан А. В., Олєпир Р. В., Самойленко О. А., Слободянюк О. М. Вплив технологічних заходів вирощування на продуктивність сої в Лівобережному Лісостепу. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2017. № 2. С. 58–66.
39. Кравченко В. С., Кононенко Л. М., Вишнеvsька Л. В. [та ін.] Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. Аграрний вісник Причорномор'я. 2019. Випуск 92. С. 83–91.
40. Куценко О.М., Дмитришак М.Я., Ляшенко В.В. Найпоширеніші сільськогосподарські культури України. Навч. посібник. Полтава, 2015. 80 с.
41. Ласло О. О., Мельничук А. В. Ефективність застосування регулятора Вимпел-2 та комплексного мікродобрива у посівах сої. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 24–29.
42. Лихочвар В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур, К.: Центр навчальної літератури. 2004.
43. Ляшенко В. В., Лотиш І. І., Тараненко А. О., Крикунова В. Ю., Кундиус К. О. Вплив азотних добрив на урожайність та якість насіння сої. Вісник ПДАА. 2019. № 4. С. 58–65.
44. Мазур В. А., Панцирева Г. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на урожайність і якість зерна люпину білого в умовах Правобережного Лісостепу. Сільське господарство і лісівництво. Вінниця: ВНАУ, 2017. Вип. № 7. Т 1. С. 27–36.
45. Масюченко О. М. Формування продуктивності окремих бобових культур залежно від елементів технології вирощування в умовах північно-східного Лісостепу України. Автореф. дис. на здобуття ступеня к. с.–г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво». Суми, 2013. 20 с.

46. Методика проведення дослідів по кормовиробництву. Під редакцією А.О. Бабича. Вінниця, 1994. 96 с.
47. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. Молодий вчений. 2015. № 6 (21). Частина 1. С. 52-54.
48. Молдован В.Г., Молдован Ж.А., Собчук С.І. Формування врожайності насіння сортами сої з різним вегетаційним періодом в умовах Лісостепу західного. Корми і кормовиробництво. 2020. № 89. С.46-56. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202089-04>.
49. Молдован Ж. А. Формування біометричних показників залежно від строків сівби та норм висіву сортами сої з різним вегетаційним періодом. Вісник Житомирського Національного агроекологічного Університету. 2017. № 2 (61), т. 1. С.60-67.
50. Молдован Ж. А., Собчук С. І. Урожайність сортів сої залежно від строків сівби, норм висіву та абіотичних умов Північного Поділля. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 120-126.
51. Панцирева Г. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах Правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України, [S.l.], п. 5(87), вер. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.003>.
52. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: Юнівест маркетинг, 2021. 272 с.
53. Писаренко В. М., Коваленко Н. П., Поспелова Г. Д., Піщаленко М. А., Нечипоренко Н. І., Шерстюк О. Л. Сучасна стратегія інтегрованого захисту рослин. Вісник ПДАА, 2020. № 4. С. 104–111.
54. Рибальченко А.М. Генетичний потенціал зернобобових культур. Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: тези доп. II Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Дніпро, 4-5 лютого 2021 р.). Дніпро, 2021. Т. 2. С. 240-241.

55. Січкач В. І., Хухлаєв І. І., Лаврова Г. Д. [та ін.]. Результати, проблеми та перспективи селекції сої і гороху для степової зони України. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту - національного центру насінництва і селекції. 2012. Вип. 20(60). С.110-125.
56. Ткачук О. П. Екологічна конкурентоздатність бобових багаторічних трав з бур'янами в рік сівби за безпокровного вирощування. Корми і кормовиробництво, 2017. Вип. 83. С. 110–115.
57. Фурман О. В. Густота стояння рослин сої та її виживаність залежно від строків сівби та сорту. Корми і кормовиробництво. 2017. № 83. С. 83–89.
58. Фурман О. В. Динаміка формування площі листкової поверхні сої під впливом технологічних факторів вирощування. Корми і кормовиробництво. 2018. № 86. С. 101–106.
59. Цехмейструк М. Г., Шелякін В. О., Глибокий О. М. Якість насіння сортів сої залежно від строків сівби в східному Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 2016. № 82. С. 39–44.
60. Черенков А.В., Клиша А.І., Гирка А.Д., Кулініч О.О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія; за ред. А.В. Черенкова. Дніпропетровськ. Акцент ПП. 2014. 110 с.
61. Шевніков Д. М. Формування врожайності пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та мікробіологічних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу. Вісник ПДАА. 2019. № 4. С. 20–27.
62. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків сівби, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2013. № 1. С. 12–16.
63. Шепілова Т. П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах Північного Степу України. Вісник ПДАА. 2019. № 3. С. 80–84
64. Шепілова Т. П., Петренко Д. І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток рослин сої. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2017. № 1. С. 74–77.

65. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Артеменко Д. Ю. Формування продуктивності сої залежно від строків сівби та регуляторів росту рослин. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 30–35.
66. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України. Вісник ПДАА. 2021. № 1. С. 37–42.
67. Шовкова О. В., Коротич Є. В. Ефективність мікродобрив для передпосівної обробки насіння сої. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 98–102.
68. Шовкова О. В., Шевніков М. Я., Міленко О. Г. Особливості формування насінневої продуктивності рослинами сої залежно від елементів технології вирощування. Наукові доповіді НУБіП України. електрон. наук. фахове вид., № 2 (84), 2020. doi.org/10.31548/dopovidi2020.02.015.
69. Шокало Н. С., Бажан Б. О., Озаров А. С. Формування насінневої продуктивності гороху залежно від норми висіву. Вісник ПДАА. 2020. № 1. С. 61–66.
70. Шувар А.М., Рудавська Н.М., Беген Л.Л. Продуктивність спільних агронозів літніх зернових та зернобобових культур. Вісник аграрної науки, 2019–07. С. 36–41. doi.org/10.31073/agrovisnyk201907-05.