

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра селекції та насінництва імені професора М. Д. Гончарова

Допущено до захисту

Завідувач кафедри (Собран І.В.)

« » 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»

Вплив мікродобрив на врожайність сої в умовах північно-східного
Лісостепу України

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав

Авдєєв Д. С.

Підпис

Прізвище, ініціали

Група

АГР 2302-2м

Назва групи

Науковий керівник

Бердін С.І.

Підпис

Прізвище, ініціали

Суми – 2024

Авдєєв Д. С.

Вплив мікродобрих на врожайність сої в умовах північно-східного Лісостепу України

Спеціальність 201 Агрономія, Ступінь вищої освіти Магістр

Заклад освіти Сумський національний аграрний університет

Суми, 2024 рік

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання особливостей формування врожайності зерна сої залежності від схеми застосування мікродобриного препарату LF-соє для позакореневої обробки посівів сої напівдетермінантного сорту **Комадор ЕС** та індетермінантний сорт **Амадеа** на фоні інокулянта Ризоторфинв умовах ФГ «Авдєєв», Сумського району. Дослідження проводили у 2021-2023 роках. Схемою досліду передбачалися два зазначених сорти (фактор А) та чотири варіанти обробки (фактор Б): Контроль (вода), Ризоторфин (інокулянт), (мікродобриво), Ризоторфин + LF-соє.

В результаті проведених досліджень встановлено, що для розвитку симбіотичної системи сої найбільш сприятливими є роки з високою вологозабезпеченістю (ГТК=2,3). Проте значна маса бульбочок у цьому разі є конкурентом плодів органів під час розподілу поживних речовин, що призводить до зниження зернової продуктивності.

Інокуляція та позакореневе підживлення LF-соєю в середньому за 3-х річними даними збільшують впродовж вегетації кількість бульбочок у сортів сої на 24,0%, масу бульбочок - на 37,0%, внаслідок чого продуктивність зростає на 35,0%.

У слабо посушливих умовах для розвитку симбіотичної системи сорту **Комадор ЕС** інокуляція та позакореневе підживлення LF-соєю найефективніші в початковий період розвитку (бутонізація - початок цвітіння). Під час інтенсивного плодоутворення та наливання бобів унаслідок

відтоку пластичних речовин до генеративних органів за недостатнього вологозабезпечення позитивний вплив технологічних прийомів знижується або відсутній. За умов високого вологозабезпечення у цього сорту інокуляція та обробка LF-соєю сприяють посиленому бульбоутворенню до фази наливання бобів включно. У скоростиглого сорту Амадеа відмінності у впливі досліджених обробок на азотфіксувальну систему залежно від різної вологозабезпеченості слабо виражені.

У 2021-2023 рр. встановлено кореляцію на середньому та високому рівні між продуктивністю та масою бульбочок $r=0,634-0,763$; у 2022 р. - між кількістю бульбочок та їхньою масою і нітрогеназною активністю на високому рівні $r=0,709-0,845$. У посушливому 2023 р. відмічено від'ємну залежність між продуктивністю та нітрогеназною активністю в наливання бобів $r= -0,532$.

Висновок. Застосування мікродобривом LF-соя є екологічно безпечним технологічним прийомом, якій збільшує врожайність сої на 0,69 – 0,77 т/га та дає змогу рослинам розвиватися за мінімального агрохімічного впливу. При уточненні технології вирощування сої з застосуванням у позакореневого підживлення мікродобривом LF-соя сої, слід виключати інокуляції насіння симбіотичними мікроорганізмами. Це викликало негативною реакцію сої на одночасну обробку Ризоторфину та мікродобрива LF-соя

Ключові слова: соя, мікродобриво, інокуляція, нітрогеназна активність, господарсько-цінні ознаки, врожайність

Avdeev D. S.

Influence of microfertilizers on soybean yield in the northeastern forest-steppe of Ukraine

Specialty 201 Agronomy, Master's Degree

Educational institution Sumy National Agrarian University

Sumy, 2024

The qualification work deals with the peculiarities of soybean grain yield formation depending on the scheme of application of the microfertilizer LF-soybean for foliar treatment of soybean crops of the semi-determinant variety **Komador ES** and the indeterminate variety **Amadea** against the background of the inoculant Rizotorfin in the conditions of MPH-Yielding Country LLC. The experiment scheme included two of these varieties (factor A) and four treatment options (factor B): Control (water), Rhizotorphin (inoculant), (microfertilizer), Rhizotorphin + LF-soybean.

As a result of the research, it was found that the most favorable years for the development of the soybean symbiotic system are those with high moisture availability (HWA = 2.3). However, a significant mass of nodules in this case is a competitor of fruit organs during the distribution of nutrients, which leads to a decrease in grain productivity.

Inoculation and foliar fertilization with LF-soybeans on average for 3 years of data increase the number of nodules in soybean varieties during the growing season by 24.0%, the weight of nodules - by 37.0%, resulting in an increase in productivity by 35.0%.

In mildly arid conditions, inoculation and foliar feeding with LF-soybeans are most effective for the development of the symbiotic system of the Comador ES variety in the initial period of development (budding - beginning of flowering). During intensive fruit formation and bean filling due to the outflow of plastic substances to the generative organs with insufficient moisture supply, the positive

effect of technological methods is reduced or absent. Under conditions of high moisture supply in this variety, inoculation and treatment with LF-soybeans contribute to enhanced tuberization up to and including the phase of bean filling. In the early maturing variety Amadea, differences in the effect of the studied treatments on the nitrogen fixation system depending on different moisture availability are weakly expressed.

In 2021-2023, a medium and high correlation was found between productivity and nodule weight $r=0.634-0.763$; in 2022, between the number of nodules and their weight and nitrogenase activity at a high level $r=0.709-0.845$. In the dry year of 2023, a negative relationship between productivity and nitrogenase activity in bean filling was noted $r= -0.532$.

Conclusion. The use of microfertilizer LF-soybean is an environmentally friendly technological method that increases soybean yield by 0.69 - 0.77 t/ha and allows plants to develop with minimal agrochemical impact. When specifying the technology of soybean cultivation with the use of foliar feeding with LF-soybean microfertilizer, inoculation of seeds with symbiotic microorganisms should be excluded. This is due to the negative reaction of soybeans to the simultaneous treatment with Rizotorfin and LF-soybean micronutrient.

Keywords: soybean, microfertilizer, inoculation, nitrogenase activity, economically valuable traits, yield

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра селекції та насінництва ім. проф. М.Д. Гончарова

Освітній ступінь - "Магістр"
Спеціальність – 201 "Агрономія"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”:
Завідувач кафедри
_____ (Оничко В.І.)
" ____ " _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу

Авдєєву Дмитру Сергійовичу
ШБ студента

1. Тема роботи "Вплив мікродобрив на врожайність сої в умовах північно-східного Лісостепу України"

Затверджено наказом по університету від “ ____ ” _____ 202__ р. № _____.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру _____.

3. Вихідні дані до роботи:

- місце проведення досліджень: ФГ "Авдєєв", с. Шкуратівка

- методичне забезпечення: Методичні вказівки для написання випускної роботи, методика Державної комісії з сортовипробування, Методика проведення дослідів по кормовиробництву _____

- схема дослідів

Сорт	Обробка препаратами			
Комадор ЕС	Контроль	Інокуляція	Мікродобриво	Інокуляція + Мікродобриво
Амадеа	Контроль	Інокуляція	Мікродобриво	Інокуляція + Мікродобриво

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:

дослідити формування продуктивного стеблостою;
дослідити індивідуальну продуктивність рослин в досліді
визначити та порівняти врожайності за різних норм висіву;
встановити основні закономірності формування та зв'язки між основними елементами продуктивності.

Керівник кваліфікаційної роботи _____ доцент Бердін С.І.

Завдання прийняв до виконання _____ Авдєєв Д. С.

Дата отримання завдання « ____ » _____ 202__ р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	11
1.2. Вплив мікродобрив на ріст та розвиток рослин сої.....	11
1.2. Вплив ґрунтово-екологічних умов на дію мікродобрив.....	14
1.3. Вплив технологій на дію мікродобрив в посівах сої	16
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1 Умови проведення дослідження	20
2.2. Методи та методика проведення досліджень	21
РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ	26
3.1. Регуляція симбіотичної діяльності сортів сої за впливом мікродобрива LF-соє	26
3.2. Формування індивідуальної продуктивності рослин сої при застосуванні мікродобрива LF-соє.....	30
3.3. Вплив дії мікродобрива на врожайність сої	33
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38
ДОДАТОК.....	42

ВСТУП

Соя є головною зернобобовою культурою світового землеробства. Є важливим джерелом продовольчих, кормових ресурсів та біологічним фіксатором азоту атмосфери. Вирощування цієї культури поряд з її високою рентабельністю виробництва, широкою затребуваністю у товаровиробників і споживачів є одним з ефективних екологічних шляхів вирішення розвитку органічної стратегії країни шляхом використання потенціалу симбіотичної фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями з повітря та мобілізації його в ґрунтових запасах [1].

Середня врожайність сої залишається невисокою - 2,4-3,0 т/га, як у цілому по Україні, так і на північному сході Лісостепової зони. Українське рільництво функціонує в умовах різкого скорочення внесення мінеральних добрив, пов'язаних з військовою агресією. Тому є зацікавленість у використанні альтернативних технологій, які дають змогу отримати додаткові джерела мінерального живлення рослин, є нагальним питанням.

Актуальність роботи. До зазначених технологій в першу чергу слід віднести біопрепаратів, з метою підвищення симбіотичної азотфіксацію та поліпшення засвоєння інших макроелементів бобовими рослинами. Фіксація азоту повітря відбувається в процесі симбіозу бобових культур із бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* за рахунок світлової енергії, акумульованої рослинами. Залежно від конкретного виду культури та умов навколишнього середовища здатність до біологічного зв'язування азоту в зернобобових культур становить від 50 до 200 кг на гектар на рік [2].

В той же час на ринку біологічних добрив зазначеної направленості існує ряд нових препаратів, які виступають не лише як мікродобрива, і стимулятори розвитку азотфіксуючих бактерій. Розробники добрив стверджують, що саме їх препарати є вирішенням всіх поставлених завдань, Тому дослід з уточнення схем застосування та ефективності мікродобрив є актуальним.

Мета і завдання дослідження. *Мета* полягала дослідити симбіотичної діяльності сортів сої за впливом мікродобрива LF-соя;

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити наступні питання:

- дослідити симбіотичної діяльності сортів сої за впливом мікродобрива LF-соя;
- дослідити формування вегетативної та кореневої маси за дією мікродобрива LF Соя;
- визначити нітрогеназну активність симбіотичних азотфіксувальних бактерій;
- дослідити формування індивідуальної продуктивності рослин сої при застосуванні мікродобрива LF-соя
- визначити та порівняти врожайності сортів різного типу росту за дією мікродобрива LF Соя.

Методи досліджень: польові, лабораторні, аналітичні, статистичні.

Науково-практичне значення одержаних результатів полягає у розробці рекомендацій щодо формування технології вирощування сої з елементами біологізації землеробства.

Апробація результатів роботи. За результатами досліджень автор виступив з доповіддю міжнародній науко-практичній конференції "Гончарівські читання" за темою "Вплив мікродобрив на врожайність сої в умовах північно-східного лісостепу України", яка відбулася в Сумському НАУ 24 травня 2024 року. На основі доповіді була опублікована теза в збірнику конференції (додаток А).

Особистий внесок здобувача. Польові дослідження за темою випускної роботи виконані в складі наукового підрозділу ТОВ "МХП Урожайна країна" України за запропонованою керівником схемою. Лабораторні аналізи визначення індивідуальної продуктивності рослин та якості зерна проведені під керівництвом директора з виробництва Чубенко С. Аналіз результатів дослідження здійснив сумісно з науковим керівником.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 41 сторінках комп'ютерного набору, з них власне 41 сторінок тексту, кількості таблиць - 7, рисунків - 4, 1 додаток. В робота складеться із вступу, 3 розділів, висновків та пропозицій та додатку, кількість використаних джерел - 34.

РОЗДІЛ 1

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Висока конкуренція між виробниками зерна ячменю різного напрямку використання підштовхує їх до постійної гонки за збільшення врожайності культури. Одним із шляхів вирішення цього питання з обов'язковим поліпшенням якості зерна є оптимізація живлення рослин. В цьому напрямку на сьогодні окрема роль відводиться застосуванню мікродобрив. Враховуючи, що значна частина мікродобрив, маючи в основі гумінову основу, виступає як комплекс добрив та регуляторів росту рослин. Завдяки гормональній регуляції процесів росту сучасні мікродобрива з фізіологічно активними речовинами впливають на збереженість рослин та підвищення їхньої продуктивності, особливо за несприятливих умов вирощування.

1.2. Вплив мікродобрив на ріст та розвиток рослин сої

Відомо, що найефективнішим способом застосування мікродобрив, за якого з найменшими витратами можна отримати високі прирости врожайності та поліпшити якість сільськогосподарської продукції, є позакореневе підживлення в період вегетації сільськогосподарських культур з урахуванням їхніх фізіологічних особливостей [3].

Слід визнати, що штами бульбочкових бактерій, будучи ефективними азотфіксаторами, не мають необхідної стійкості в зовнішньому середовищі, а рідкі мікробіологічні препарати вирізняються нестабільністю. Ця проблема певною мірою притаманна і для європейських. Проте останнім часом до країни надходить завчасно інокульоване насіння сої зі стабільною біологічною ефективністю.

Рекомендації з вирощування сої в Україні передбачають інокуляцію насіння і внесення обмеженої кількості азотних добрив (N_{0-60}). Однак

ефективність інокуляції рослин сої бульбочковими бактеріями у виробничих умовах залишається нестабільною, у зв'язку з чим потрібне внесення інокулянтів за вегетеруючими рослинами (фаза листоутворення), інакше потрібне внесення високих доз азотних добрив у пізні фази росту (фаза бутонізації). Отже, необхідність контролю корневих бульбочок за вегетацією, і коригування подальших агротехнічних заходів мають бути передбачені в технологічних регламентах вирощування. Неефективність інокуляції та низькі дози застосування азотних добрив у посівах сої досі є головними причинами низької якості зерна [4].

Дослідження підтверджують позитивний вплив такого мікродобрива, як КомплеМет Молібден за позакореневого підживлення на фоні $N_{60}P_{60}K_{90}$ на розвиток рослин, елементи продуктивності та врожайність зерна сої сорту Прип'ять за рядового та широкорядного способу сівби. Визначено вплив досліджуваних чинників на висоту рослин і висоту прикріплення нижнього бобу як найважливіший показник технологічності та морфологічну ознаку цієї культури [5].

Застосування позакореневого сумісного обробіток рослин сої препаратом Екосил (0,1 л/га) і КомлеМет Молібден (2,0 л/га) у фазу повних сходів із повторним обробітком у фазу бутонізації показали стимулюючу дію на ростові процеси, передусім на висоту рослин. Найвищі рослини сформувалися за рядового посіву - 72,0 см, за широкорядного - 68,1 см, що на 9,4 і 7,7 см відповідно вище за контрольний варіант [6].

Формування сухої маси залежить від погодних умов (температурного та водного режимів) і від рівня інтенсивності технології. Так, за літературними джерелами, у фазі повної стиглості частка впливу цих чинників становила 0,46/0,49 для суглинкового, 0,54/0,38 - для супіщаного ґрунту [7].

У сприятливі роки. у фазі бутонізації - початок цвітіння суха надземна маса залежно від технології за результатами досліджень становила від 19,5-30,2 ц/га на суглинковому до 6,8-14,1 ц/га на супіщаному, у фазі повної стиглості -

від 66,3-90,3 ц/га на суглинковому до 23,8-32,2 ц/га на супіщаному (не враховуючи листків, що опали до збирання).

У посушливі роки за тими даними розміри надземної маси були значно нижчою, на суглинковому ґрунті у фазі повної стиглості в 1,2-2,1 раза, на супіщаному - в 1,1-2,4 раза до попередніх даних. Найбільше зниження відбувалося у варіантах з екстенсивною технологією вирощування [8].

Літературні джерела стверджують, що урожайність зерна і структура врожаю сої тісно корелювали з урожайністю надземної маси в період початку наливу зерна: $r=0,88$ для супіщаного, $r=0,76$ - суглинкового і $r=0,67$ - торф'яно-болотного ґрунту, у фазі повної стиглості - $r=0,96$, $r=0,89$ і $r=0,82$ відповідно. У варіантах з екстенсивною технологією з огляду на високу забур'яненість посівів урожайність визначалася числом бобів на рослині (особливо на суглинному і торф'яно-болотному ґрунті), за використання інших технологій це було виражено меншою мірою. Кількість зерен у бобі та маса 1000 зерен більшою мірою залежали від погодних умов, ніж від типу ґрунту та застосовуваної агротехніки.

Літературні джерела засвідчують, що застосування мікродобрива Оракул мультикомплекс в різні періоди вегетації справляло позитивний вплив на формування врожайності зерна сої та його якість порівняно з контрольним варіантом [9].

Особливу увагу слід приділити якісним показникам сої. Соя, незважаючи на відносно низький вміст олії в насінні (19-25 %), є провідною олійною культурою у світі. При цьому відходи переробки (шрот) широко використовується в харчовій і комбікормовій промисловості. Висока затребуваність якісного соєвого шроту призвела до того, що під час заготівлі насіння сої вимогою якості є не вміст олії, а вміст білка щонайменше 37 % [10].

Слід зазначити, що підвищення вмісту в зерні сої олії (яка екстрагується з сировини, що переробляється) аналогічним чином впливатиме на збільшення концентрації протеїну в шроті. Усе питання полягає в тому, на що насамперед орієнтуються переробники: на виробництво соєвої олії чи шроту [11].

С.В. Зеленцовим сформульовано 4 динамічні моделі підвищення вмісту білка в насінні сої: I - залежна від умов середовища (ЕМ), II - за рахунок збільшення запасних білків (КПМ), III - за рахунок зменшення масової частки олії (ЛДМ), IV - за рахунок зменшення масової частки вуглеводів і золи (УДМ). Відповідно резерви підвищення вмісту білка в насінні сої слід шукати в даних напрямках і вирішувати селекційними та агротехнічними способами [12].

Традиційно вітчизняні селекційні програми передбачають селекцію на продуктивність та якість (білок + олія). При цьому отримання стабільної якості насіння слід також розглядати як селекційну ознаку високої адаптивності сортів. Останнім часом пріоритетного значення надають підвищенню вмісту сирого білка (понад 42 %) за вмісту олії не менше 22 %. Найпоширеніший у виробництві сорт Прип'ять - один із небагатьох сортів не тільки вітчизняної, а й зарубіжної селекції зі стабільно високим вмістом сирого білка - 41-46 % [13, 14].

Слід очікувати, що в середньостроковій перспективі переробники звертатимуть увагу на вміст не лише сирого, а й істинного білка, а також амінокислот. Відповідно, селекційні програми мають бути завчасно зорієнтовані в даному напрямку. Це призводить до подорожчання селекційного процесу, і у зв'язку з цим з боку зоотехнічної науки потрібне обґрунтування бажаних параметрів зерна сої на наступні 15-20 років [15].

1.2. Вплив ґрунтово-екологічних умов на дію мікродобрив

Встановлено, що розміщення сої на різних ґрунтах впливає на дію мікродобрив. Так супіщаному ґрунті порівняно із суглинковим найбільше скорочення вегетаційного періоду відбувається за рахунок зменшення тривалості наливання зерна на 14-16 днів, настання ж основних фаз розвитку відбувається практично одночасно. При цьому необхідно зазначити, що для настання фази цвітіння на супіщаному ґрунті потрібно на 56-158 °С активних температур менше, ніж на суглинковому [16].

Прикладом можуть слугувати дослідження в яких авторка стверджує, що висота рослин сої на початку розгалуження істотно не різниться між типами ґрунту і становила 14-16 см. На початку цвітіння відмічено суттєві відмінності за висотою рослин. Найбільший вплив на цей показник мав тип ґрунту та погодні умови. Частка впливу технології становила не більше 0,14 [17].

Максимальну висоту рослин сої у фазі початку цвітіння (102 см) вона відмітила у 2021 р. на суглинковому ґрунті за інтенсивної технології вирощування, мінімальну (27 см) - у 2022 р. на супіщаному ґрунті. Слід зазначити, що до фази наливання зерна висота рослин сої в першому випадку не змінилася, у другому випадку збільшилася на 20 см. Це свідчить про те, що рослини сої протягом періоду цвітіння за сприятливих умов здатні суттєво збільшити свої лінійні розміри. До фази повної стиглості рослини не відрізнялися за висотою від фази початку наливу насіння. У середньому за три роки залежно від рівня інтенсивності технології обробітку висота рослин сої до збирання становила на суглинковому ґрунті 87,0-96,3 см (посіви щороку вилягали), на супіщаному - 45,7-53,7 см, на торф'яно-болотному - 71,5-81,5 см [18].

Таким чином, літературні джерела стверджують, що за вирощування на різних типах ґрунтів у сої, посіви якої обробленні мікродобривами, відмічаються відмінності за реакцією на екологічні умови, що слід брати до уваги під час планування технології обробітку [19].

Тобто, екологічні умови зростання (ґрунтові, погодні, агротехнологічні) суттєво впливають на формування площі листкової поверхні та на продуктивність фотосинтезу. Оцінка даних показників є перспективною для виявлення можливих стресів у період вегетації [20].

1.3. Вплив технологій на дію мікродобрив в посівах сої

Соя є культурою, що вирощується за двома схемами висіву: рядковий та широкорядний, з шириною міжряддя 45 см [21].

Дослідження визначили, що зі збільшенням ширини міжрядь до 45 см у підвищувалася плодотворна здатність рослин, отримано максимальну кількість бобів (33,2 шт.) і вихід плодів з однієї рослини (71,4 шт.). При цьому значно підвищувалася крупність зерна (маса 1000 плодів) з 153,2 до 178,3 г. За рядового посіву ці показники були дещо нижчими.

Найвище прикріплення нижнього бобу відмічено за рядового посіву, де даний показник знаходився на висоті рослини 12,3 см від кореневої шийки, що на 1,6 см перевищувало показник порівняно з широкорядним способом посіву [22].

Результати інших досліджень засвідчують, що сумісне застосування регулятора росту Екосіл з мікродобривом Вінкропс Універ на фоні $N_{30}P_{60}K_{60}$ у різні періоди вегетації справляло позитивний вплив на формування врожайності зерна сої порівняно з контрольним варіантом, як за рядового, так і за широкорядного посіву. Найефективнішим він був в обох випадках за застосування їх у фазу повних сходів із повторною обробкою у фазу бутонізації. Так, у середньому за два роки досліджень сумісне застосування препаратів у фазу повних сходів із повторною обробкою посівів сої у фазу бутонізації дало змогу сформувати врожайність зерна 17,3 ц/га за рядового та 18,8 ц/га за широкорядного способу сівби. При цьому врожайність зерна на 3,2 ц/га за рядового і на 4,3 ц/га за широкорядного посіву була вищою за контроль. Разове внесення регулятора росту та мікродобрива у фазу повних сходів і фазу бутонізації, зменшення дози мікродобрива до одного літра на гектар призводили до зниження врожайності в обидва способи сівби.

Результатом проведених досліджень є встановлення закономірності позитивного впливу регулятора росту Екосіл та мікродобрив МікроСтім-Молібден, Бор за позакореневого підживлення на ріст і розвиток рослин,

урожайність зерна сої сорту Прип'ять за рядового та широкорядного способу сівби.

Визначено вплив досліджуваних чинників на висоту рослин і висоту прикріплення нижнього бобу як найважливіший показник технологічності та морфологічну ознаку цієї культури [23].

Спільна обробка рослин сої інокулянтом Райс ПИ та позакоренева Авангард Р бобові у фазу бутонізації найбільш значуще впливали на ріст рослин. Найвищі рослини сформувалися за рядового посіву - 83,0 см, за широкорядного - 72,1 см, що на 10,9 і 8,7 см відповідно вище за контрольний варіант. Найвище прикріплення нижнього бобу відмічено за рядового посіву, де даний показник знаходився на висоті рослини 11,1 см від поверхні ґрунту, що на 1,2 см перевищує показник порівняно з широкорядним способом посіву [24].

Збільшення ширини міжрядь до 45 см у даному варіанті досліді сприяло утворенню максимальної кількості бобів (39,0 шт.) і виходу плодів з однієї рослини (72,0 шт.). За рядового посіву ці показники були дещо нижчими.

Найпродуктивнішим воно було в обох випадках за застосування їх у фазу повних сходів із повторною обробкою у фазу бутонізації.

Так, у середньому за три роки досліджень сумісне застосування у фазу повних сходів із повторним обробітком посівів сої у фазу бутонізації дало змогу сформувати врожайність зерна 19,2 ц/га за рядового способу сівби та 19,5 ц/га за широкорядного. Разове внесення регулятора росту та мікродобрива у фазу повних сходів і фазу бутонізації, зменшення дози мікродобрива до одного літра призводило до зниження врожайності.

Зрештою, економічним аналізом встановлено, що застосування регулятора росту з мікродобривом по вегетуючих рослинах сої у фазу повних сходів та додатковим обробітком у фазу бутонізації на фоні основного мінерального добрива, є економічно вигідним як за рядового, так і широкорядного посіву, де рівень рентабельності становив 92 % [25].

Серед продукційних процесів особливе значення має фотосинтетична діяльність. Між площею листків і врожайністю існують тісні зв'язки, тому під

час розроблення агротехнологій велика увага приділяється збільшенню площі листків і підвищенню ефективності їхнього функціонування. І, навпаки, обмежений розвиток листової поверхні (площа, темпи розвитку, тривалість функціонування) можна розглядати як показник, що характеризує рівень стресового впливу на рослини.

У середньому за три роки досліджень густота стояння рослин на суглинковій у варіантах з інтенсивна технологія і No-till технологія становила 18-27 рослин на 1 м^2 , на супіщаній - 21-32,5 рослин на 1 м^2 , у варіантах з ET - 16,4-18 і 8-23,5 рослин на 1 м^2 відповідно [26].

Забур'яненість посівів сої у фазі початку цвітіння (50-й день після внесення гербіциду ґрунтової дії та 30-й день після застосування повсходового гербіциду) за екстенсивній технології становила на суглинковому ґрунті 36-76 шт/ м^2 масою сухої речовини 84,8-140,8 г/ м^2 ; на супіщаному дещо нижчу - 33-70 шт/ м^2 та масою сухої речовини 24,6-90 г/ м^2 .

У варіантах з інтенсивна технологія і No-till технологія забур'яненість посівів сої становила на суглинковому 12-76 шт/ м^2 та масою сухої речовини 2-57,2 г/ м^2 ; на супіщаному - 0-36 шт/ м^2 та масою сухої речовини 0-62,2 г/ м^2 . Відмінності в забур'яненості визначалися біологічною ефективністю гербіцидів та їхньою стабільністю за різних погодних умов.

Обліки засвідчили, що в середньому за три роки посіви сої вже у фазі бутонізації формували площу листової поверхні 1,6-2,0 $\text{м}^2/\text{м}^2$ на суглинковому ґрунті та 0,8-1,1 $\text{м}^2/\text{м}^2$ на супіщаному. У наступні фази розвитку площа листової поверхні збільшувалася до 1,5-2,4 $\text{м}^2/\text{м}^2$ на суглинковому та 0,7-1,6 $\text{м}^2/\text{м}^2$ на супіщаному. При цьому відзначено значну залежність цього показника від погодних умов. Наприклад, у сприятливому 2021 р. у фазі бутонізації площа листової поверхні за інтенсивна технологія становила 2,7 $\text{м}^2/\text{м}^2$, а в посушливому 2022 р. - 1,1 $\text{м}^2/\text{м}^2$. Причинами послужили як низька польова схожість, так і обмежений вегетативний розвиток рослин сої в умовах дефіциту вологи [27].

Найбільша чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) відмічалася на суглинковому ґрунті в період бутонізації - цвітіння ($6,6-8,6 \text{ г/м}^2 \times \text{дїб}$), у подальшому вона дворазово знижувалася.

У варіантах з екстенсивною технологією на обох типах ґрунтів у період бутонізації - цвітіння ЧПФ не поступалася та навіть перевищувала варіанти інтенсивна технологія і No-till технологія, а в період цвітіння - початку наливання з розвитком бур'янистої рослинності знижувалася до $2,0-2,3 \text{ г/м}^2 \times \text{дїб}$. Слід зазначити, що як на родючому суглинковому ґрунті за високого рівня засміченості, так і на менш родючому супіщаному за низького рівня засміченості ЧПФ у цей період різнилася лише на 14 %, тоді як на варіантах з інтенсивна технологія і No-till технологія спостерігалися відмінності в 1,8-2,7 рази [28].

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Умови проведення дослідження

Впродовж 2022-2023 рр. було закладено польові досліді в ФГ "Авдєєв", с. Шкуратівка Сумського району з вивчення ефективності застосування нового мікродобрава LF-соєю та впливу його на продуктивність і якість зерна сої в умовах північно-східного Лісостепу України. У польовому досліді досліджували напівдетермінантний сорт **Комадор ЕС** та індетермінантний сорт **Амадеа**.

Попередня культура - озима пшениця. Ґрунт дослідних ділянок чорнозем типовий суглинковий. З потужністю гумусового горизонту 30...35 см, вологістю стійкого зав'ядання 9,7% від об'єму ґрунту. Вміст гумусу в орному горизонті (за Тюрінім) 4,3-5,6%, легкогідролізуємого азоту (за Коновою і Тюрінім) 6,4...10,1 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Масловою) 7...15 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Кірсановим) 6,8.16,5 мг/100 г ґрунту, сума поглинутих основ (за Капленом) 18,5...26,2 мг-екв./100 г ґрунту, ступінь насиченості основами 83...91%, рН (за Алямовським) 5,3...6,0, гідролітична кислотність (за Капленом) 1,7...6,3 мг-екв./100 г ґрунту.

Погодні умови в період проведення досліджень відрізнялися від середніх багаторічних значень і характеризувалися неоднорідним температурним режимом із дефіцитом опадів в окремі періоди вегетації рослин.

Погодні умови за 2021-2023 роки дослідження характеризувалися періодами зі значними відхиленнями від середніх багаторічних даних (табл. 2.1). У 2021 році температура в травні (фаза VE) була на рівні середньобагаторічної (13,8 °С), що забезпечило висівання в оптимальні строки, а сходи рослин сої були відмічені на 10-12 день. У травні 2022 року середня температура повітря (11,5°С) була на 2,3°С нижчою за середньобагаторічні дані, у зв'язку з чим строки сходів затягнулися. Оподи в травні були рясними, що поповнило запаси ґрунтової вологи.

У червні - серпні 2021 року (фази V1-R5) температура повітря у 2021 році перевищувала середньобогаторічні значення на 3-4°C, у 2022 році - на 2-5°C. Сума опадів упродовж вегетації у 2021 році була значно нижчою за норму на 13-32 мм, у 2022 році - на 21-31 мм.

Таблиця 2.1

Агрометеорологічні умови років досліджень, 2021-2022 гг.

Показники	Місяці				
	травень	червень	липень	серпень	вересень
Середня температура за місяць, оС					
Середня багаторічна	13,8	16,8	18,0	17,0	11,7
2022 р.	13,8	19,8	22,4	20,6	10,4
2023 р.	11,5	19,1	19,1	21,8	9,9
Кількість опадів за місяць, мм					
Середнє багаторічне	51,0	73,0	81,0	63,0	67,0
2022 р.	72,1	40,7	51,1	49,8	129,5
2023 р.	51,1	52,5	63,5	32,2	111,0

Однак у вересні у фазу R-7 (дозрівання) опадів випало вище за норму на 63°C у 2021 році та на 44°C у 2022 році, що негативно позначилося на тривалості дозрівання та сповільнило настання повної стиглості.

2.2. Методи та методика проведення досліджень

Матеріалом досліджень виступали напівдетермінантний сорт **Комадор ЕС** та індетермінантний сорт **Амадеа**, мікродобриво Leaf Forte Соя, та інокулятор насіння Ризоторфин.

Характеристика сортів [29].

Комадор ЕС Виробник Lidea (Україна). Група стиглості - 000 (дуже ранній). Тип росту - Напівдетермінантний. Вегетаційний період, дн. - 90 - 95. Кількість днів сходи - цвітіння - 80. Забарвлення: насіннєва оболонка жовта, інтенсивність пігментації - без пігментації, рубчик білий. Опушення бобів та стебла світло - коричневе. Квітка фіолетова. Біб світло - коричневий. Висота рослини 74 см.

Висота кріплення нижнього боба - 13 см. Вміст білку 42%. Вміст олії 20,7%. Здатність до галуження - 5. Стійкість до вилягання - 9. Стійкість до розтріскування - 9

Стійкість до хвороб: склеротиніоз - 8, бактеріоз - 9, пероноспороз - 9, вірусні хвороби - 8

Рекомендована норма висіву 500 - 550 тис. шт. насінин/га. Рекомендована густина рослин на момент збирання 480 - 550 тис./га. Рекомендовані зони вирощування - Лісостеп, Степ

Сорт Амадеа внесений в державний реєстр в 2018 році. Виробник Заатцухт Донау Гес.м.б.Х. & КоКГ (Австрія) Усереднена урожайність сорту за п'ять попередніх років склала 16,9 - 22,0 ц/га. Урожайність сорту 10 - 27,7 ц/га. Тривалість періоду вегетації складає 107 - 122 діб. Висота рослини - 69,9 - 77,0см. Стійкість до вилягання 8 - 9 балів. Стійкість до обсипання 8 балів. Стійкість до посухи 7 - 8 балів. Стійкість проти пероноспорозу 9 балів. Стійкість проти аскохітозу 9 балів. Стійкість до бактеріозу 9 балів. Стійкість проти септоріозу 9 балів. Стійкість проти фузаріозу 9 балів. Вміст білка - 39,9 - 40,8%. Вміст олії - 21,6 - 23,4%.

Характеристика мікродобрива LF-соя.

Мікродобриво Leaf Forte Соя застосовується для комплексного підживлення сої. онцентроване комплексне хелатне мікродобриво 3-го покоління для листового підживлення бобових культур

У склад входять NPK, а також мікроелементи в хелатній формі, такі як: Молібден (Mo) та Кобальт (Co), які покращують азотний обмін, беруть участь в утворенні білків та посилюють процеси фотосинтезу та азотфіксації, що призводить до кількісного та якісного врожаю бобових культур. У препарат також включені хелатбору (B), цинку (Zn) і заліза (Fe), які відіграють особливу роль у фотосинтезі, синтезі білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот і метаболізмі фітогормону ауксину. А також вітаміни групи B, органічні кислоти та амінокислоти, що дозволяють збалансувати та оптимізувати ефект мікроелементів.

Схеми застосування мікродобрива LF-Co» наведенні в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Застосування і норми мікродобрива Leaf Forte Соя

Спосіб внесення	Норми застосування препарату
Попередньо оброблення:	0,5 л/10 л води (протруювача) на 1 т посівного матеріалу
Позакореневе внесення:	1 л/га (2-3 обприскування посівів у фази : 2-3 потрійних листків, 5-6 потрійних листків, бутонізація)

Рекомендовані витрати робочого розчину для позакореневого внесення: 200-250 л/га. 100% розчинний препарат, сумісний з усіма протравниками, добривами та СВР. Добриво безпечне для довкілля, людей, тварин і комах.

Схема дослідів за фактором А включала такі варіанти:

1. Навпівдетермінантний сорт КВС Данте
2. Індетермінантний сорт Аватар

Схема дослідів за фактором Б включала такі варіанти:

1. Контроль,
2. Інокуляція,
3. Обробка LF-соєю,
4. Інокуляція плюс обробка LF-соєю.

Загальна площа ділянки 12 м², облікова - 6,4 м², повторність триразова. Посів проводили в оптимальні (середні) строки черезрядним способом (ширина міжряддя 30 см) з нормою висіву 0,4 млн шт/га.

Насіння перед посівом обробляли ризоторфіном, що містить штам ризобій 634а - 250 г на гектарну норму насіння +12 л води/т насіння. У фазу бутонізації проводилося обприскування рослин LF-соєю 1 л концентрату + 300 л води/га у фазу 2-3 потрійних листків. LF-соя являє собою комплекс

гумінових кислот, фульвокислот та їхніх солей. До його складу також входять азот, фосфор, калій.

У дослідженнях здійснювали обліки та спостереження відповідно до чинних методичних рекомендацій: відбір проб для аналізу у фазі бутонізації, цвітіння, плодоутворення та повного досягання (Методичні вказівки з проведення польових дослідів із кормовими культурами, 1997); вивчення динаміки формування та нагромадження зеленої маси (Методика проведення польових дослідів із олійними культурами, 2010 Нітрогеназну активність визначали за допомогою газового хроматографа ФГХ-1. Математичне опрацювання даних з метою виявлення суттєвих відмінностей проводили за дисперсійного аналізу. Мінеральні добрива в дозі ($N_{30}P_{60}K_{90}$) вносили: восени під оранку у формі суперфосфату (9 % N, 30 % P_2O_5) і хлористого калію (60 % K_2O). Навесні під передпосівну культивуацію - сечовину (46 % N).

Як інокулянт насіння під час проведення досліджень використовували препарат ризоторфіном. З мікродобрив застосовували LF-соє, що являє собою водорозчинні концентрати, приготовані на основі хелатів металоелементів в органомінеральній формі.

Щодо способів застосування мікродобрив, то найпоширенішим є позакореневе підживлення, під час якого поживні елементи можна внести до часу найбільшої потреби рослин у них, у дозах у кілька разів менших, ніж під час внесення в ґрунт [30].

Посів у всі роки досліджень проведено в першій декаді травня комбінованим агрегатом AMAZONE АД 3000 рядовим і широкорядним способом. Глибина загортання насіння - 4 см. Норма 0,4 млн. шт. за широкорядного посіву.

Хімічна прополка посівів сої в досліді проведена до сходів культури, за появи сім'ядольних листків бур'янів - препаратом Гезагард, КС із розрахунку 3,0 л/га. У фазу 5-7 листків проти злакових бур'янів внесено препарат Міура, КЕ в дозі 0,8 л/га. У фазу дозрівання посіви обробили препаратом Спрут у дозі 2,0 л/га.

Збирання врожаю проведено комбайном "SAMPO-2010" поділяючно з відбором снопів для визначення структури врожайності.

Зерно з кожної ділянки зважували окремо з подальшим перерахунком на 14 % вологість і 100 % чистоту. Масу 1000 зерен визначали за ДСТУ – 2949, та якісні показники врожаю: вміст білка - за методом Кьельдаля, жиру – за методом Сокслета [31, 32].

Статистичні методи досліджень включали одно факторний дисперсійний та кореляційний аналізи [33]. Програмний продукт для обробки одержаних результатів проводили статистичний пакети програми MS Excel [34].

РОЗДІЛ 3
ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СОЇ ЗА РІЗНИХ СХЕМ
ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОДОБРІВ

3.1. Регуляція симбіотичної діяльності сортів сої за впливом мікродобрива LF-соє

Соє найбільш вибаглива до вологи у фазі сходів, цвітіння та плодоутворення. Для симбіотичної системи, яка починає розвиватися через 6-7 днів після сходів, оптимальною вологозабезпеченістю є 60-70% ПВ. У посушливих умовах кількість бульбочок знижується порівняно з вологими роками у 0,5-2,5 раза, маса бульбочок - у 0,5-4,0 раза [13, 14]. У 2021 і 2023 рр. кількість опадів за період травень-червень (сходи - бутонізація) виявилася нижчою від середньобагаторічних значень на 14,0-46,0 мм, ГТК становив 1,9 і 1,5 відповідно (табл. 1). У 2022 р. у цей час опадів випало на 30,0 мм більше за середньобагаторічні, ГТК дорівнює 2,9. Таким чином, у 2022 р. для розвитку ризобій склалися найбільш сприятливі за вологозабезпеченістю умови. У середньому по сортах кількість бульбочок у період бутонізація - початок цвітіння у 2022 р. становила 16,3 на рослині, суха маса - 43,32 мг/рослина, що є вищою у 3-5 разів порівняно з 2021 і 2023 рр. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Кількість бульбочок на 1 рослині. Бутонізація - початок цвітіння				
Варіант	2021 р.	2022 р.	2023 р.	x
Комадор ЕС				
Контроль	6,80	10,90	2,00	6,57
Інокуляція	5,30	14,10	5,80	8,40
LF-соє	3,30	12,20	9,20	8,23
Інокуляція + LF-соє	6,30	11,40	3,20	6,97
Амадеа				
Контроль	5,00	16,20	3,10	8,10
Інокуляція	4,50	17,80	4,90	9,07
LF-соє	6,20	25,30	3,80	11,77
Інокуляція + LF-соє	7,30	22,60	7,10	12,33
x	5,59	16,31	4,89	
НІР ₀₅	3,44	2,69	0,88	

Сорти сої різнилися за реакцією симбіотичної системи на технологічні прийоми. У сорту Комадор ЕС у 2021 р. у варіантах з обробкою кількість бульбочок нижча за контроль, у 2022 р. інокуляція та обробка LF-соєю призвели до зростання числа бульбочок на 5,0-29,0%, у найменш вологозабезпеченому 2023 р. - на 60,0-360,0%. У сорту Амадеа відмічено позитивний ефект на 24,0-129,0% в усі роки дослідження у варіантах з LF-соєю. У середньому за 3 роки у Комадора ЕС максимальна кількість бульбочок 8,4 шт/рослина спостерігалася у варіанті з інокуляцією, у Амадеї - 12,3 шт/рослина за сумісного застосування інокуляції та LF-сої.

Суха маса бульбочок у сприятливому 2022 р. достовірно вища у сорту Комадор ЕС у варіантах з інокуляцією, у Амадеї - у варіантах з LF-соєю; у слабко посушливому 2023 р. - у Комадора ЕС у варіантах з інокуляцією та LF-соєю, у Амадеї за сумісного застосування інокуляції та гуміфуліну (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Суха маса бульбочок, мг/рослина. Бутонізація - початок цвітіння

Варіант	2021 р.	2022 р.	2023 р.	х
Комадор ЕС				
Контроль	8,96	41,99	11,31	20,75
Інокуляція	6,14	59,05	24,36	29,85
LF-соя	9,15	46,82	22,15	26,04
Інокуляція + LF-соя	11,20	52,74	9,00	24,31
Амадеа				
Контроль	10,75	21,70	9,68	14,04
Інокуляція	6,05	24,01	11,84	13,97
LF-соя	5,77	60,86	11,60	26,08
Інокуляція + LF-соя	9,27	39,39	29,44	26,03
х	8,41	43,32	16,17	
НІР ₀₅	5,84	5,74	3,18	

Найбільшу суху масу відмічено у 2022 р. у Комадора ЕС у варіанті з інокуляцією 59,1 мг/рослина, у Амадеї у варіанті з LF-соєю 60,9 мг/рослина. За 3-х річними даними в період бутонізація - початок цвітіння в сорту Комадор ЕС усі технологічні прийоми позитивно впливали на масу бульбочок, максимально - у варіанті з інокуляцією, де цей показник сягав 29,9 мг/рослину, що вище за контроль на 44,0%. Сорт Амадеа найбільш чутливий до гуміфуліну, тому що в

3 і 4 варіантах маса бульбочок вища за контроль на 85,0% і становить 26,0 мг/рослину.

У період плодоутворення - налив бобів симбіотична система продовжувала розвиватися, досягаючи наступних показників: у середньому по сортах кількість бульбочок у 2021 р. - 10,4 шт. на рослині, у 2022 р. - 27,1 шт., у 2023 р. - 25,1 шт.; маса бульбочок у г. 57,6 мг/рослина, у 2022 р. - 240,0 мг, у 2023 р. - 191,0 мг. Кількість бульбочок у і 2023 рр. мало відрізнялося, проте маса бульбочок у 2022 р. вища, ніж у 2023 р. на 26,0%. У 2021 р. порівняно з наступними роками дослідження кількість бульбочок нижча у 2,5 раза, маса бульбочок менша у 3,0-4,0 раза.

У середньому за 3 роки в період плодоутворення - налив бобів максимальну кількість бульбочок у сорту Комадор ЕС сформовано у варіанті з інокуляцією 30,2 шт. / рослина, маса бульбочок - у варіанті з LF-соєю 222,1 мг/рослина; у сорту Амадеа найбільша кількість бульбочок у варіанті з LF-соєю 21,2 шт. 21,2 шт./рослина, маса бульбочок у варіанті інокуляція + LF-соєя 166,1 мг/рослина (рис. 3.1, рис 3.2).

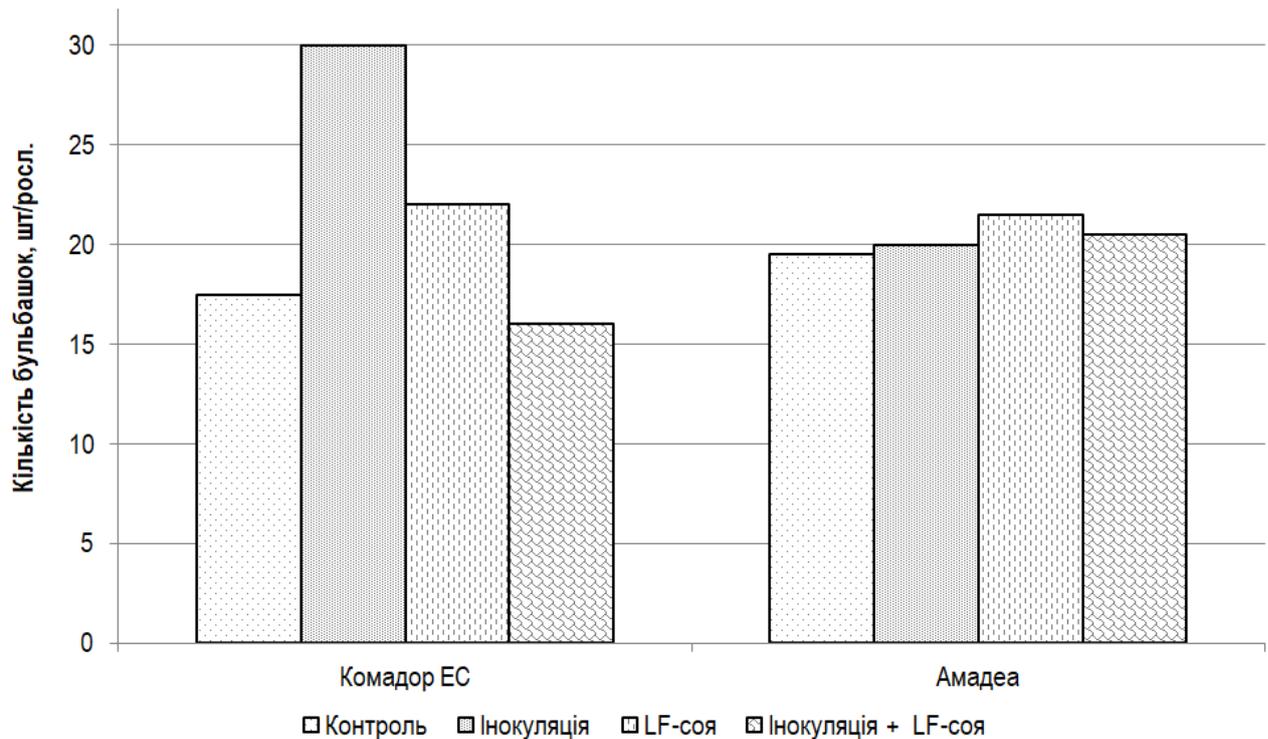


Рис 3.1. Кількість бульбочок на 1 рослині сої, плодоутворення-налив бобів, середнє за 2021-2023 рр.

Технологічні прийоми в цей період у середньому за 3 роки призводили до зростання кількості та маси бульбочок у сорту Комадор ЕС на 22,0-72,0 %, у сорту Амадеа - на 7,022,0 %, за винятком варіанта Комадор ЕС інокуляція + гуміфулін, у якому ці показники були нижчими за контроль. Інокуляція та позакореневе підживлення в період плодоутворення - наливання бобів для сорту Комадор ЕС виявилися найефективнішими у вологому 2022 р.: порівняно з контролем кількість бульбочок збільшувалась на 36,0179,0%, а їхня маса - на 30,0-111,0%.

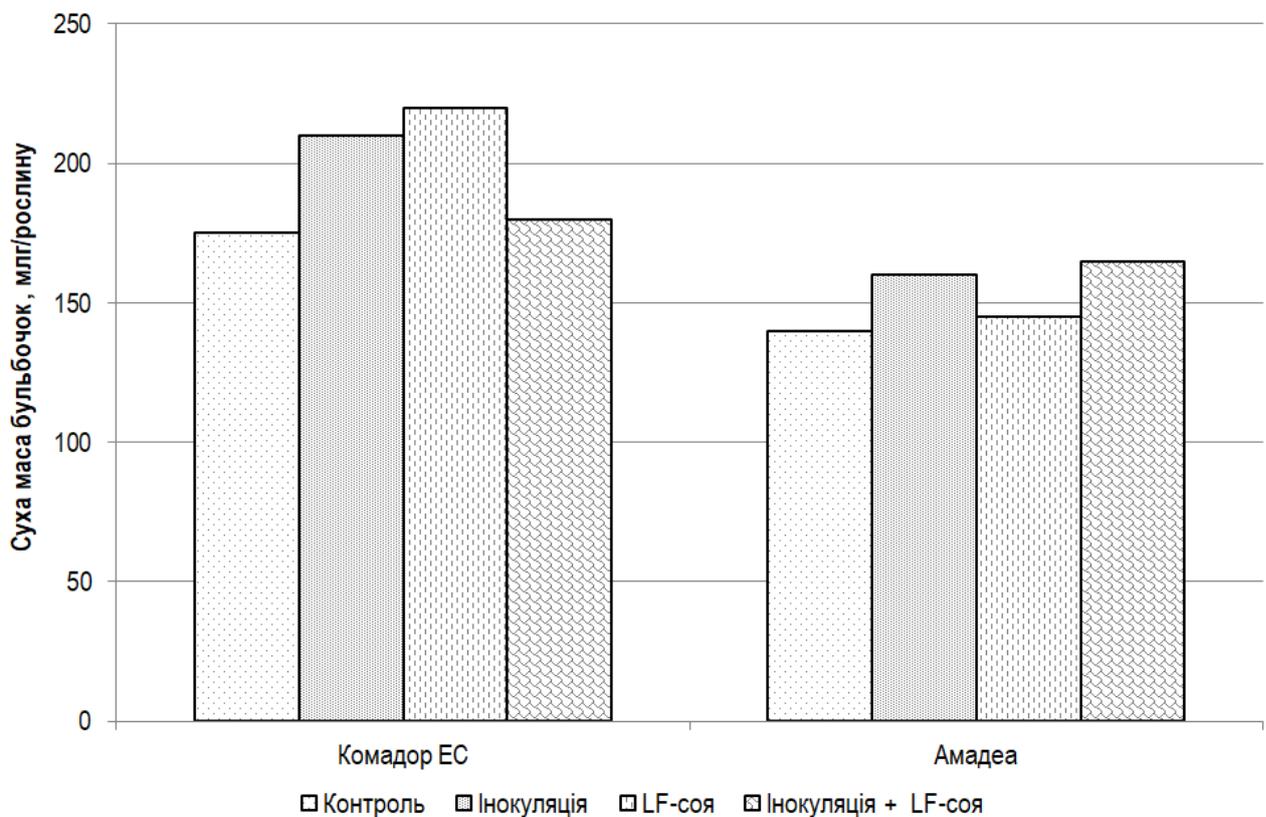


Рис. 3.2. Суха маса бульбочок на рослині сої, плодоутворення-налив бобів, середнє за 2021-2023 рр.

У 2022-2023 рр. досліджено нітрогеназну активність азотфіксувальних бактерій (табл. 3.3). Через посушливі умови у 2023 р. симбіотична система сої за умов стресу вирізнялася зниженими кількістю та масою бульбочок і активністю нітрогенази порівняно з 2022 р. У 2023 р. активність нітрогенази є нижчою, ніж у 2022 р., у 1,5 раза. Проте у 2023 р. у фазу наливання бобів цей

показник вищий, ніж у фазу цвітіння, на 20,0 % і становить у середньому по сортах 4,83 мкг N/мл/год/1 рослина. Тобто до періоду наливу бобів симбіотична система певною мірою впоралася зі стресом.

Таблиця 3.3

**Нітрогеназна активність симбіотичних азотфіксувальних бактерій,
налив бобів**

Варіант	Кількість фіксованого азоту, мкг N/мл/год/1 рослина		
	2022 р.	2023 р.	х
Комадор ЕС			
Контроль	6,97	4,42	5,69
Інокуляція	15,56	5,10	10,33
LF-соє	5,04	4,48	4,76
Інокуляція + LF-соє	3,33	4,71	4,02
Амадеа			
Контроль	6,16	5,48	5,82
Інокуляція	6,08	5,24	5,66
LF-соє	4,85	4,57	4,71
Інокуляція + LF-соє	9,42	4,68	7,05
х	7,18	4,84	6,01
HP ₀₅	1,34	0,42	

У сорту Комадор ЕС у 2022 р. і 2023 р. у налив бобів активність нітрогенази достовірно вища у варіанті з інокуляцією 15,56 і 5,10 мкг №/мл/год/1 рослина відповідно, у сорту Амадеа - у 2022 р. у варіанті інокуляція + LF-соє 9,42 мкг №/мл/год/1 рослина. У несприятливому 2023 р. у сорту Амадеа нітрогеназна активність у варіантах із технологічними прийомами нижча за контроль.

3.2. Формування індивідуальної продуктивності рослин сої при застосуванні мікродобрива LF-соє

У 2021 році виявлено активний вплив інокуляції та гуміфуліну на суху надземну масу та масу кореня у сорту Командор , значення яких зросли в середньому на 30,75%. У сорту Амадеа реакція на регулятори росту за даними ознаками була відсутня. Максимальна довжина стебла була зафіксована в Амадеї - 106 см у варіанті з LF-соє, мінімальна - у варіанті без обробок

90,20 см. У всіх досліджуваних сортів було відзначено активне формування бобів у варіанті з інокуляцією - у середньому на 26,74 % вище за контроль (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

**Господарсько-цінні ознаки сортів сої у фазу наливання зерна,
середнє за роки досліджень**

Варіант	Довжина, см		Кількість бобів, шт	Суша маса, г	
	стебла	кореня		кореня	надземна
Командор ЄС					
Контроль	90,15	23,95	24,10	1,73	16,40
Інокуляція	102,50	26,65	27,75	1,60	16,71
LF-соєа	99,50	25,05	21,70	1,54	13,94
Інокуляція + LF-соєа	99,15	28,45	34,20	2,11	20,55
Амадеа					
Контроль	96,40	25,05	11,20	2,04	19,09
Інокуляція	93,65	27,80	12,35	2,32	22,29
LF-соєа	101,85	24,90	9,70	1,84	17,76
Інокуляція + LF-соєа	96,20	27,30	16,70	2,79	28,68
Х	97,43	26,14	19,71	2,00	19,43

У 2022 році всі сорти позитивно відгукувалися на інокуляцію в поєднанні з LF-соєю: утворення надземних органів і коріння рослин сої сортів Амадеа та Командор ЄС збільшилися в середньому на 33,89 %. Застосування інокуляції без мікродобрива підвищило рівень бульбоутворення на коренях рослин сої цих же сортів у середньому на 36,88%. У варіанті з LF-соєю було відмічено максимальні значення у сорту Командор ЄС за довжиною стебла -106,50 см і сухою масою бульбочок - 332,85 мг/рослина.

Застосування мікродобрива спільно з інокуляцією істотно збільшило висоту стебла, довжину кореня та його суху масу, суху надземну масу у сорту Командор ЄС у середньому на 15,59%. Кількість бульбочок та їхня суха маса в середньому на 56,67% перевершили контроль варіанті з інокуляцією

Розвинена симбіотична система та її висока азотфіксувальна активність у варіантах з інокуляцією та позакореневими підживленнями LF-соєю позитивно впливали на зернову продуктивність сортів сої, яка збільшувалась порівняно з

контролем на 25,0-49,0% (табл. 3.5). Максимальна продуктивність у середньому за 3 роки спостерігалася у варіанті з LF-соєю у сорту Комадор ЕС - 15,04 г/рослина, у сорту Амадеа - 12,14 г/рослина. У середньому по варіантах маса зерна в роки досліджень була на одному рівні 11,2-11,9 г/рослина. Масивна симбіотична система, сформована за умов високого вологозабезпечення у 2022 р. (ГТК за період сходи - повна стиглість становив 2,3), потребує великої кількості поживних речовин і стає конкурентом генеративних органів. У роки з меншою кількістю опадів (у 2021 р. ГТК=1,9, у 2023 р. ГТК=1,3) розподіл пластичних речовин є оптимальним для утворення плодів.

Таблиця 3.5

Зернова продуктивність сортів сої, г/рослина

Варіант	2021 р.	2022 р.	2023 р.	х
Комадор ЕС				
Контроль	11,38	10,50	10,04	10,64
Інокуляція	11,78	16,97	12,59	13,78
LF-соєа	9,91	15,23	19,98	15,04
Інокуляція + LF-соєа	15,64	14,58	10,38	13,53
Амадеа				
Контроль	9,43	7,00	8,04	8,16
Інокуляція	11,98	9,44	9,12	10,18
LF-соєа	14,91	10,18	11,32	12,14
Інокуляція + LF-соєа	10,66	10,43	12,97	11,35
х	11,17	11,60	11,93	
НІР ₀₅	2,24	2,46	0,93	

У 2021-2023 рр. встановлено кореляцію на середньому та високому рівні між продуктивністю та масою бульбочок $r=0,634-0,763$; у 2022 р. - між кількістю бульбочок та їхньою масою і нітрогеназною активністю на високому рівні $r=0,709-0,845$. У посушливому 2023 р. відмічено від'ємну залежність між продуктивністю та нітрогеназною активністю в налив бобів $r=-0,532$.

3.3. Вплив дії мікродобрива на врожайність сої

Врожайність є основним показником дії досліджуваного препарату – мікродобрива LF-соєю. Наші спостереження засвідчили, що мікродобрива позитивно впливали на врожайність зерна сої, майже за всіма варіантами, які вивчали, відмічено суттєву прибавку.

Так, в середньому за роки досліджень врожайність напівдетермінантного сорту ЕС Командор по варіантах із застосуванням різнилася від схеми обробки посівів мікродобривами (рис. 3.3). Найбільший ефект застосування встановлений у варіанті обробки посівів мікродобривами без інокуляції насіння перед посівом – 2,63 т/га. Сумісне застосування препаратів дало менший ефект, ніж висів інокульованим насінням без застосування препарату LF-соє. Це свідчить про антагонізм біологічних препаратів в дії на масу азотфіксуючих бульбашок.

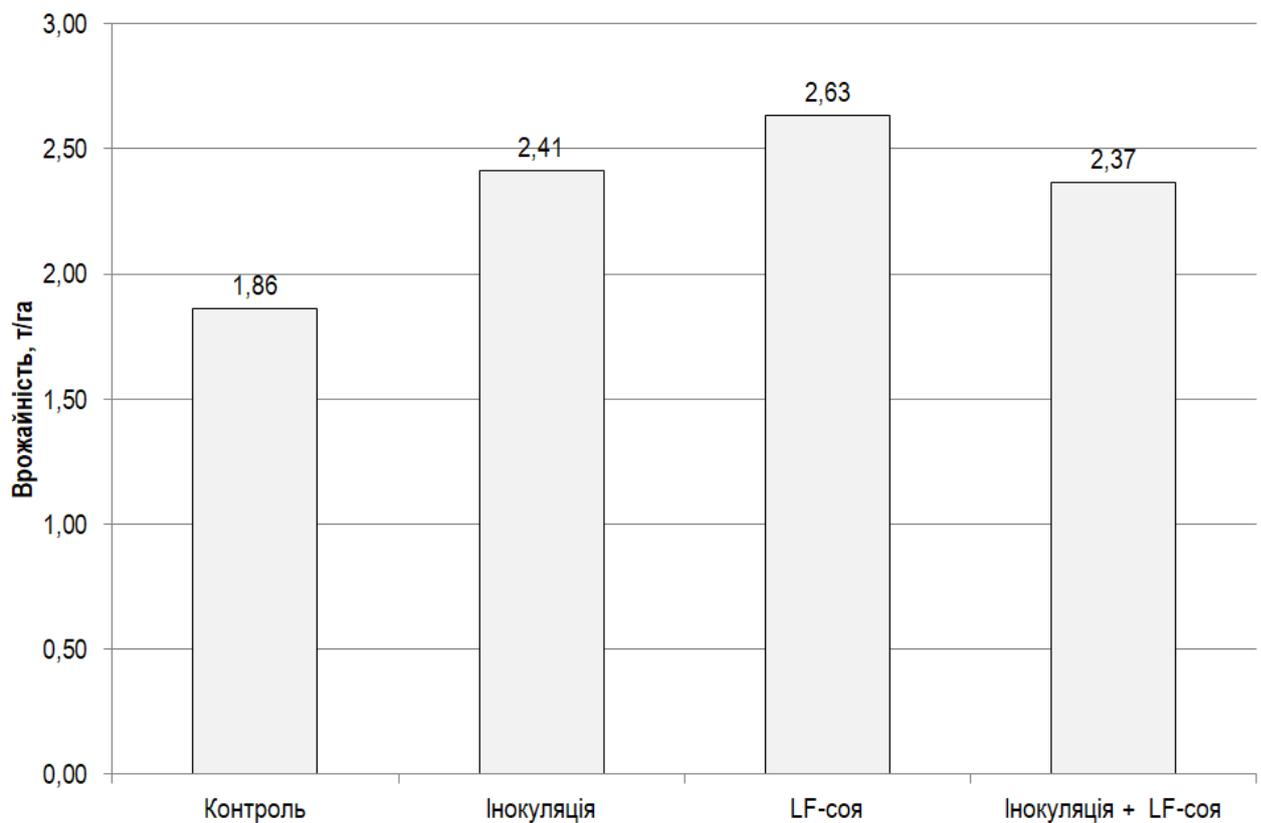


Рис. 3.3 Врожайність сорту Командор

Подібна закономірність спостерігалась і у індетермінантного сорту Амадея (рис 3.4). Найбільша врожайність була у варіанті із застосуванням мікродобрива без інокуляції насіння – 2,12 т/га. Однак, сумісне застосування препаратів сформувало більш врожайний посів сої, ніж за рахунок однієї інокуляції, на що вплинула індетермінантність сорту. Перевага склала 0,56 т/га, однак зазначений варіант поступався варіанту з індивідуальної обробкою посіву мікродобривом LF-соєа на 0,13 т/га.

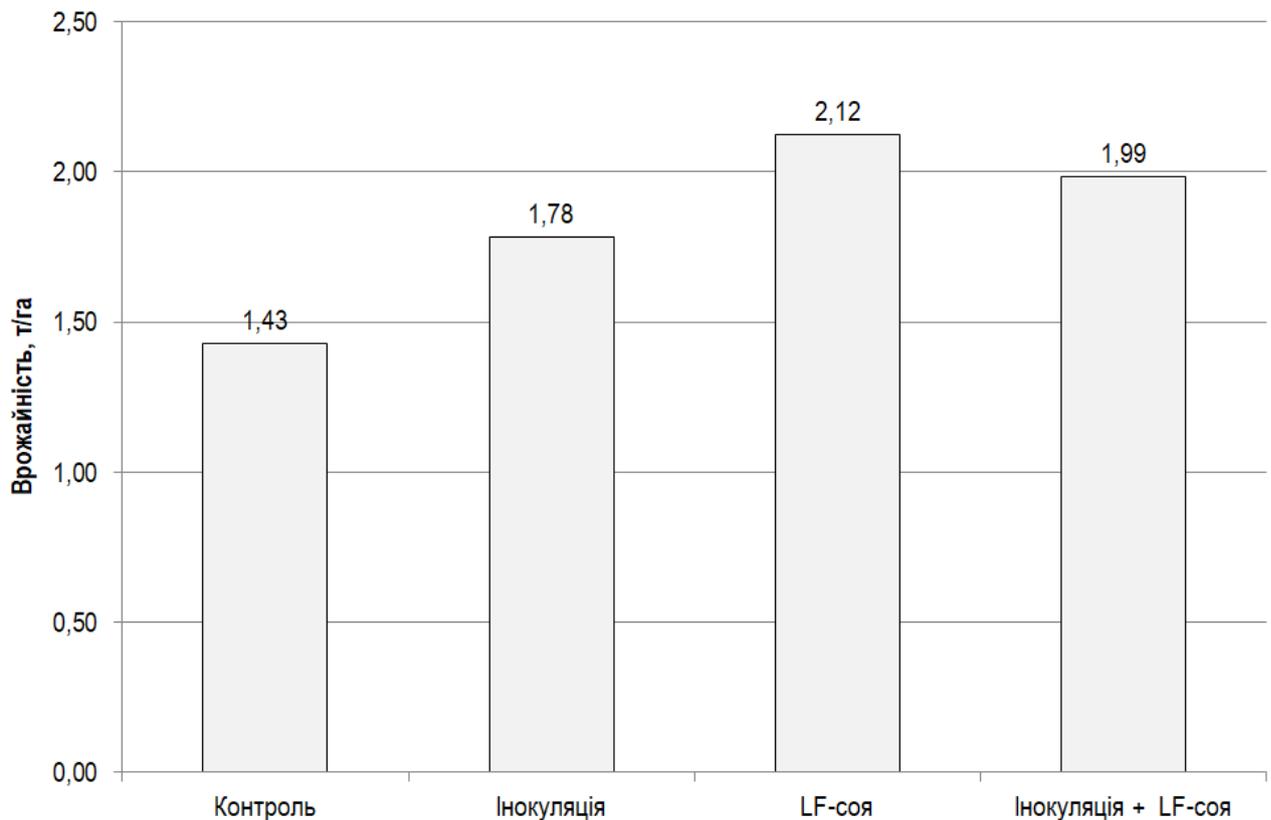


Рис. 3.4 Врожайність сорту Амадея

Таким чином, встановлена різна реакція сортів на застосування мікродобрива LF-соєа за різними схемами. В основі такої реакції лежить різний темп росту. Індетермінантний ріст сої — це поступовий ріст, цвітіння рослини й утворення бобів. Ці фази тривають достатньо довго, тому рослина має змогу оминати посушливі умови й утворити боби в інший час. Зменшуються ризики повністю втратити врожай через несприятливі умови, а саме посуху. Але зростають ризики вилягання саме у такої сої, сумісно с інокуляцією насіння.

Однак, загальна тенденція неефективності використання мікодобриного комплексу LF-соя в посівах сої, насіння якої було оброблено інокулянтом Ризоторфином, спостерігалась не залежно від сорту.

ВИСНОВКИ

1. Симбіотична система найкраще розвивається в умовах волого року з ГТК=2,3. однак в цих умовах значна маса бульбочок конкурує за резерви з плодовими органами, що призводить до зниження виходу зерної і.

2. Позакореневе підживлення LF-соєю на фоні інокуляції більшують впродовж вегетації кількість бульбочок у сортів сої на 24,0%, масу бульбочок - на 37,0%. Це призводить до зростання на 35,0% індивідуальної продуктивності

3. У слабо посушливих умовах для розвитку симбіотичної системи сорту Комадор ЕС інокуляція та позакореневе підживлення LF-соєю найефективніші в початковий період розвитку (бутонізація - початок цвітіння). Під час інтенсивного плодоутворення та наливання бобів унаслідок відтоку пластичних речовин до генеративних органів за недостатнього вологозабезпечення позитивний вплив технологічних прийомів знижується або відсутній. За умов високого вологозабезпечення у цього сорту інокуляція та обробка LF-соєю сприяють посиленому бульбоутворенню до фази наливання бобів включно.

4. У скоростиглого сорту Амадеа відмінності у впливі досліджених обробок на азотфіксувальну систему залежно від різної вологозабезпеченості слабо виражені.

5. У 2021-2023 рр. встановлено кореляцію на середньому та високому рівні між продуктивністю та масою бульбочок $r=0,634-0,763$; у 2022 р. - між кількістю бульбочок та їхньою масою і нітрогеназною активністю на високому рівні $r=0,709-0,845$. У посушливому 2023 р. відмічено від'ємну залежність між продуктивністю та нітрогеназною активністю в наливання бобів $r= -0,532$.

6. Встановлена загальна тенденція неефективності використання мікодобриного комплексу LF-соя в посівах сої, насіння якої було оброблено інокулянтном Ризоторфином, спостерігалась не залежно від сорту. Найбільший ефект застосування LF-соя встановлений у варіанті обробки посівів мікодобривами без інокуляції насіння перед посівом – 2,63 т/га.

ПРОПОЗИЦІЯ

При уточненні технології вирощування сої з застосуванням у позакореневого підживлення мікродобривом LF-соя сої, слід виключати інокуляції насіння симбіотичними мікроорганізмами. Це визвано негативною реакцією сої на одночасну обробку Ризоторфину та мікродобрива LF-соя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волкогон В. В., Москаленко А. М., Дімова С. Б., Волкогон К. І., Пиріг О. В., Сидоренко В. П. Мікробні препарати в технологіях вирощування сільськогосподарських культур як чинник регулювання активності процесу денітрифікації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2019. № 29. С. 3-11.
2. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Харків: Вид-во «Штрих», 2000. 161 с.
3. Губарев В.В., Бердін С.І. Препарати для передпосівної обробки насіння сої. *Гончарівські читання* . матеріали міжнар. наук.-практ. конф., м. Суми, 25 трав. 2023 р. Суми : СНАУ, 2023. С. 88-90
4. Кравченко В. С., Кононенко Л. М., Вишневська Л. В., Чинчик О. С., Оліфорович В. О.. Біологізація вирощування зернобобових культур в Україні, аналіз та перспектива. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. №. 92. С. 83-83.
5. Крутило Д. В. Приживаність штамів *Bradyrhizobium japonicum* у ґрунті за їх інтродукції в агроценоз сої. *Мікробіологічний журнал*. 2018. №. 80 (6). С. 54-65.
6. Мурач О.М, Бердін С.І., Шелковський І.В. Формування виходу сирого протеїну в насінні сої в залежності від дії біопрепаратів. *Гончарівські читання: матеріали Міжнародної наук.-практ. конференції.*, м. Суми, 25 травня 2022 р. Суми: СНАУ, 2022. С. 117–119.
7. Сайко В. Ф. Системи обробітку ґрунтів в Україні. *Збірник наукових праць Національного наукового центру Інститут землеробства НААН*. 2007. №. 1. С. 3-10.
8. Lowenberg-DeBoer J., Erickson B. Setting the record straight on precision agriculture adoption. *Agronomy Journal*. 2019, №111 (4), P. 1552-1569.
9. Kuryata V. G., Golunova L. A., Poprotska I. V., Khodanitska O. O. Symbiotic nitrogen fixation of soybean-rhizobium complexes and productivity of soybean culture as affected by the retardant chlormequat chloride. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Т. 9. №. 2. С. 5-13.

10. Коць С. Я., Моргун В. В., Тихонович І. А., Проворов Н. А., Патыка В. Ф. Петриченко, В. Ф. Маменко, П. Н. Биологическая фиксация азота: *Генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов*. 2011 Київ.: Логос, т. 3, 404 с.
11. Крутило Д. В. Бульбочкові бактерії–гетеротрофний та симбіотрофний способи життя. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. С. 147-161.
12. Чабанюк Я., Бровко І. Фактори існування симбіозу *b. japonicum* – соя. *Пропозиція*. 2017. №3. С. 36-37
13. Dacota F. D., Joseph C. M., Phillips O. A. Alfalfa (*Medicago sativa* L.) root exudates contain isoflavonoids in the presence of *Rhizobium meliloti*. *Plant Physiol.* 1993. Vol. 101. № 3. P. 819–824.
14. Патыка В. П., Гнатюк Т. Т., Житкевич Н. В., Алексєєв О. О. Чутливість до пестицидів низки представників бактеріальної мікробіоти сої *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія*. 2014. № 3 (60). С. 153-155.
15. Коць С. Я., Кукол К. П. Вплив пестицидів на бульбочкові бактерії у чистій культурі та реалізацію їх симбіотичного потенціалу. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53. № 3. С. 240-261.
16. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Вплив біологічної активності ґрунту на урожайність зерна сої залежно від способу сівби та інокуляції насіння в умовах західного Лісостепу України // *Бюлетень Інституту зернового господарства*. – 2010. – №. 39. – С. 95-98.
17. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 110-116.
18. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2013. №. 11. С. 97-101.
19. Вдовенко С. А., Шевчук В. В., Шевчук О. А., Дєдов О. В. Насіннева продуктивність сої за дії стимулюючих препаратів росту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2021. № 21. С. 34-46.

20. Szparaga A., Kocira S., Kocira A., Czerwińska, E., Świeca M., Lorencowicz E., Oniszczyk T. Modification of growth, yield, and the nutraceutical and antioxidative potential of soybean through the use of synthetic biostimulants. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Т. 9. С. 1401.

21. Мурач О. М., Оничко В.І., Бердін С.І. Індивідуальна продуктивність рослин сої за дії мікробного препарату та регулятора росту рослин. The 2nd International scientific and practical conference “*Innovations and prospects of world science*” (October 6-8, 2021) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2021. С. 23-29.

22. Василенко М. Г., Терновий Ю. В., Швиденко І. К., Душко П. М. Застосування біологічного стимулятора росту рослин «Екостим» у сільськогосподарському виробництві. *Агроекологічний журнал*. 2020. №. 3. – С. 96-101. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211532>

23. Sheteiwy M. S., Abd Elgawad H., Xiong Y. C., Macovei A., Brestic M., Skalicky M., El-Sawah A. M. Inoculation with *Bacillus amyloliquefaciens* and mycorrhiza confers tolerance to drought stress and improve seed yield and quality of soybean plant. *Physiologia Plantarum*. 2021. Т. 172. №. 4. С. 2153-2169. DOI: 10.1111/ppl.13454

24. Kocira S. Effect of amino acid biostimulant on the yield and nutraceutical potential of soybean. *Chilean journal of agricultural research*. 2019. Т. 79. №. 1. С. 17-25. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000100017>

25. Мурач О. М. Інокуляція насіння та регулятори росту при вирощуванні сої. *Сучасний рух науки: матеріали X міжнародної наук.-практ. інтернет-конференції, 2-3 квітня 2020 р. Дніпро, 2020. Т. 2. С. 60.*

26. Волкогон В. В.; Журба М. А. Активність азотфіксації, емісія N₂O та CO₂ в агроценозах гороху за дії добрив і передпосівної бактеризації. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2013. № 18. С. 16-29.

27. Патица В. П., Овсієнко О. Л., Калініченко А. В. Селекція штамів *Sinorhizobium meliloti* для ефективної бактеризації *Melilotus albus* Medik. *Мікробіологічний журнал*. 2014. Вип. 76. № 3. С. 18-23.

28. Федорук І. В. Вплив інокуляції насіння на врожай сої. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 108. С. 110-116.
29. Перелік сортів. ІАС "Аграрії разом". Електронний ресурс: <https://agrarii-razom.com.ua/list-culture-varieties>
30. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В.В. Волкодава. – К., 2001. – Вип. II.
31. Основи наукових досліджень в агрономії : підруч. / В. О. Єщенко та ін. ; за ред. В. О. Єщенка. Вінниця : Едельвейс і К, 2014. 331 с.
32. Kjeldahl, J. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie*. 1883. Т. 22, вип. 1. — С. 366—383.
33. ДСТУ 7577:2014 Насіння олійне. Визначання вмісту олії методом екстракції в апараті Сокслета.
34. Бердін С. І. Використання табличного процесору EXCEL 7.0 для проведення обробки даних досліджень методом однофакторного дисперсійного аналізу. *Вісник Сумського державного аграрного університету*. Суми, 1999. Вип. 3 С. 31-34.

ДОДАТОК