

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Агрономічний факультет
Кафедра технологій у
рослинництві
Кваліфікаційна робота на
правах рукопису

Бондарчук Нікіта Васильович

УДК 631.438:633.34:631.86

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Урожайність і якість сої залежно від біологічних
препаратів в умовах навчально-дослідного поля
Поліського національного університету»**

201 Агрономія

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело.

Н.В.Бондарчук

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Дідора Віктор Григорович
доктор с.-г. наук, професор

Житомир-2024

Анотація

Бондарчук Нікіта Васильович «Урожайність і якість сої залежно від біологічних препаратів в умовах навчально-дослідного поля Поліського національного університету». Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальності 201-Агрономія. Поліський національний університет, Житомир 2024р.

Кваліфікаційна робота підготовлена на основі проведених лабораторно-польових досліджень з урахуванням «Положення про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті, 2019р.

Робота комп'ютерного набору, зальний обсяг 33 сторінки, рисунки – 2, таблиць – 10, налічує 40 джерел використаних для обґрунтування обраної теми кваліфікаційної роботи.

У другому розділі роботи подано детальний опис характеристик ґрунтів, на яких проводилися дослідження. Зокрема, вказано на вміст поживних речовин у ґрунті, а також на особливості кліматичних умов протягом дослідного періоду. Крім того, у цьому розділі наведено інформацію про сорт рослини іноземної селекції, який використовувався в експерименті, та про препарати біологічного походження, що застосовувалися для обробки.

Основна частина досліджень наведена у третьому розділі.

Оцінка ефективності використання мікроорганізмів для покращення технологічних показників сої та збільшення урожайності. Дослідження включали вивчення впливу мікроорганізмів на ріст рослин, фіксацію азоту, накопичення білка та жиру, а також економічну доцільність застосування.

Ключові слова: *інокуляція, підживлення, урожайність, якість, економіка.*

Annotation

Bondarchuk Nikita Vasyliovych "Yield and quality of soybeans depending on biological preparations in the conditions of the educational and research field of the Polissky National University." Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 201-Agronomy. Polis National University, Zhytomyr 2024.

The qualification work was prepared on the basis of laboratory and field research, taking into account the "Regulations on qualification work at the Polish National University, 2019.

The work of a computer set, the total volume of 33 pages, 2 figures, 10 tables, includes 40 sources used to justify the chosen topic of the qualification work.

The second section of the work provides a detailed description of the characteristics of the soils on which the research was conducted. In particular, the content of nutrients in the soil, as well as the peculiarities of climatic conditions during the experimental period, are indicated. In addition, this section provides information on the variety of the plant of foreign selection, which was used in the experiment, and on the drugs of biological origin used for treatment.

The main part of the research is given in the third chapter.

Evaluation of the effectiveness of the use of microorganisms to improve technological indicators of soybeans and increase productivity. Research included studying the effect of microorganisms on plant growth, nitrogen fixation, protein and fat accumulation, as well as the economic feasibility of application.

Key words: *inoculation, poisoning, productivity, quality, economy.*

Зміст

	Стр.
	Вступ 5
Розділ І.	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 7
Розділ ІІ	МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ
	2.1. Методика проведення досліджень..... 12
	2.2 Особливості вирощування сої в дослідках..... 15
Розділ ІІІ	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ
	3.1. Формування густоти стеблостою рослин..... 19
	3.2. Симбіотична ефективність..... 20
	3.3. Фотосинтетична ефективність..... 21
	3.4. Урожайність та якість сої залежно від біопрепаратів.. 24
Розділ ІV	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ..... 28
	Висновки та пропозиції виробництву..... 30
	Список використаних джерел..... 31
	Додатки

ВСТУП

Зацікавлення українських аграріїв соєю постійно зростає. Це пов'язано з тим, що соя є ефективним рішенням для забезпечення потреб країни в білку та олії, а також сприяє зміцненню економіки. Вирощування сої є не лише рентабельним, але й екологічно чистим, оскільки ця культура здатна самостійно фіксувати азот з повітря, покращуючи родючість ґрунту. Великі обсяги виробництва сої в порівнянні з іншими культурами свідчать про її високу конкурентоспроможність та попит на світовому ринку.

Конкуренція на світовому ринку сільськогосподарських культур змусила українських аграріїв переглянути структуру посівних площ. Зокрема, значний інтерес викликає соя, виробництво якої активно розвивається не тільки в Україні, але й у традиційних світових лідерах - США, Бразилії та Аргентині. За останні десятиліття всі ці країни суттєво збільшили виробництво сої, і Україна не залишилася осторонь цього тренду.

Україна має унікальні природні та наукові передумови для того, щоб стати лідером у виробництві сої в Європі. Наші родючі землі, сприятливий клімат, потужна наукова база та сучасні технології створюють безпрецедентні можливості для збільшення виробництва цієї культури. Одним із шляхів до підвищення врожайності є використання стимуляторів росту, які не лише сприяють збільшенню врожаю, а й є екологічно безпечними та економічно вигідними.

За останні 5-7 років біологічні науки досягли значних успіхів у розробці нових, потужних стимуляторів росту рослин. Паралельно з цим, суттєво розширилися можливості застосування ефективних мікроорганізмів в агровиробництві завдяки новітнім розробкам в галузі ЕМ-технологій.

Оптимальні умови для вирощування сої в Україні передбачають достатню кількість опадів (300-350 мм за вегетаційний період), високу вологість повітря (70-75%) та значну хмарність.

Для вирішення екологічних проблем у сільському господарстві, таких як виснаження ґрунтів та забруднення хімікатами, активно розвиваються

екологічно чисті технології вирощування. Одним з перспективних напрямків є застосування ЕМ-технологій, що передбачають використання ефективних мікроорганізмів. Впровадження цих технологій дозволяє за короткий термін відновити природну родючість ґрунту та забезпечити стаке сільське господарство.

У кваліфікаційній роботі проводиться аналіз впливу біологічних стимуляторів (інокулянтів, регуляторів росту, ефективних мікроорганізмів) на кількісні та якісні показники врожаю сої сорту Сірелія в умовах Полісся.

Мета полягає у вивчення біологічних препаратів та їх вплив на формування високоякісного врожаю сої

Об'єкт дослідження – процеси формування бульбочкових бактерій симбіотичної фіксації азоту та фотосинтетичної активності.

Предмет досліджень: інокуляція (Агрібактер), стимулятор росту Нановіт Супер, ЕМ-препарат (ефективні мікроорганізми), їх вплив на урожайність і якість сої.

Публікації автора:

1. Заблоцький Б.В., Бондарчук Н.В., Тютюнник О.В. Підвищення родючості ґрунту та урожайності сої. Науково-практична конференція студентів «Біологічні напрямки вирішення проблем в захисті рослин» 01 жовтня 2024 р. ПНУ. 2024. С. 3-5.

2. Бондарчук Н.В., Тютюнник О.В., Заблоцький Б.В. Вирощування та якість сої залежно від ефективних мікроорганізмів. Науково-практична конференція студентів «Захист і карантин рослин: основа фітосанітарної безпеки аграрного виробництва» 09 травня 2024 р. ПНУ. 2024. С. 21-23.

3. Тютюнник О.В., Заблоцький Б.В., Бондарчук Н.В. Обґрунтування технології вирощування сої в умовах ТОВ «ПОДІЛЛЯ-АГРОПРОДУКТ». Науково-практична конференція молодих вчених і здобувачів освіти «Інновації в агропромисловому комплексі» 7-8 листопада 2024 р. ПНУ. 2024. С. _____.

РОЗДІЛ І

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Серед усіх культур, що аналізувалися, соя виділяється найвищою рентабельністю, сягаючи майже 200%. Це значно перевищує середній показник для зернових і зернобобових культур (65,2%). Найменш прибутковими виявилися картопля та овочі. Такий розподіл рентабельності підкреслює важливість сої як білково-олійної культури, особливо в контексті глобального дефіциту білка. Зернове господарство є фундаментальним сектором світового землеробства, відіграючи ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки людства. Воно є основою для широкого спектру наукових досліджень, пов'язаних з органічним світом. Сучасні тенденції в аграрному секторі диктують необхідність не тільки збільшувати обсяги виробництва зернових, зернобобових та олійних культур, але й суттєво підвищувати якість продукції, зокрема, розвивати органічне виробництво[1, 2, 3, 4].

Ключовими двигунами розвитку сучасного сільського господарства є інноваційні біотехнології в рослинництві, які спрямовані на збереження довкілля та підвищення родючості ґрунтів. Одним із перспективних напрямків є використання сої та її продуктів для вирішення глобальної проблеми дефіциту білка[5].

Органічні біохімічні, нанотехнології, ЕМ-технології та ГІС-системи відіграють ключову роль у сучасних підходах до збереження довкілля, покращення родючості ґрунтів та ефективного управління сільськогосподарськими угіддями[6].

Американська програма розвитку стала еталоною в сучасному світі в цьому напрямку. Інші країни, зокрема ЄС та Німеччина, задовольняють свої потреби в білку переважно за рахунок імпорту сої та соєвого шроту зі США[7].

Структура зернових культур в США свідчить про розвинену кормову базу. Соя, як основне джерело рослинних білків, займає значну частку виробництва (100 млн. тонн), за нею йдуть кукурудза (335 млн. тонн) та

пшениця (60 млн. тонн). Такий розподіл сприяє виробництву високоякісних кормів для тваринництва[8].

З метою розвитку соєвого виробництва в Україні виділено регіон з оптимальними умовами, який назвали "соєвим поясом"[9, 10].

Досягнення максимальної продуктивності сої (4-5 тонн з гектара) вимагає створення інноваційних органічних технологій, спрямованих на формування на кожній рослині не менше 14-16 бобів, в кожному з яких має бути 4 і більше зерен [11, 12].

Наукові установи України розробили комплексні біологічні препарати для сої, які містять бактерії, що фіксують азот, речовини, що покращують доступність фосфору, стимулятори росту та мікроелементи в легкозасвоюваній формі. Застосування цих препаратів дозволяє оптимізувати ріст і розвиток сої та отримувати екологічно чисту продукцію. В умовах виснаження ґрунтів біологічні методи є найефективнішим способом відновлення їх родючості та зменшення залежності від хімічних добрив [40].

У зв'язку з домінуванням генетично модифікованої сої в Латинській Америці (понад 75% виробництва), європейський ринок, зокрема сектор тваринництва, все більше цікавиться немодифікованими сортами, які можуть запропонувати вітчизняні виробники[13].

Посів багаторічних трав, вирощування сої, відродження тваринництва та накопичення органічних добрив – це основні напрямки, які дозволять створити збалансовану сівозміну[14].

Ключовим фактором, що впливає на врожайність сої, є взаємодія між її спадковими характеристиками та умовами вирощування. Саме це поєднання дозволяє отримати високі врожаї та стійкі до несприятливих умов рослини[15, 16].

Оптимізація виробництва сої передбачає створення біосистем, які враховують регіональні особливості. Зональне районування сортів та розміщення посівів у найбільш сприятливих агрокліматичних умовах дозволяє досягти максимальної продуктивності. При цьому ключовим фактором є

гідротермічний коефіцієнт, який визначає взаємозв'язок тепла та вологи, необхідних для розвитку рослин.

За весь період вегетації рослини отримують від 2700 до 3200 мегаджоулів сонячної енергії на квадратний метр. При цьому, близько половини цієї енергії (1200-1500 МДж/га) є корисною для процесу фотосинтезу.

Оптимальні умови для посіву передбачають наявність у верхньому 20-сантиметровому шарі ґрунту від 20 до 60 міліметрів продуктивної вологи та гідротермічний коефіцієнт у діапазоні від 1,1 до 1,7 [14].

Високоврожайні сорти зернобобових культур мають ряд цінних характеристик. Вони стійкі до несприятливих умов вирощування, таких як полягання, хвороби та шкідники. Їх відрізняє довга китиця з великим насінням, що дозволяє отримувати високі врожаї. Гнучкість у посіві (як широкорядним, так і звуженим міжряддям) робить їх придатними для різних систем землеробства. Більша частина бобів формується на головному стеблі, що забезпечує стабільність врожайності. Нижнє прикріплення бобів мінімізує втрати під час збирання.

Істотні зусилля спрямовані на зменшення негативного впливу сучасних технологій на довкілля шляхом переходу до більш екологічних методів ведення господарства. Зокрема, це стосується скорочення використання хімікатів в сільському господарстві та заміни їх біологічними препаратами, а також впровадження сівозмін та застосування органічних добрив[17, 18].

Для кожної зони вирощування сої слід застосовувати глибоку осінню обробку ґрунту (зяблеву або напівпарову), спрямовану на знищення багаторічних бур'янів та максимальне збереження вологи в ґрунті. Перед посівом необхідно провести комплексний передпосівний обробіток, який включає в себе поверхневе рихлення на різну глибину, науково обґрунтоване протруювання насіння бактеріальними добривами для активізації азотфіксації, а також обробку стимуляторами росту для прискорення проростання та розвитку рослин. Такий підхід дозволить створити оптимальні умови для вирощування високоврожайних сортів сої з високими якісними показниками.

Відповідність біологічних характеристик сої до агрокліматичних умов є ключовим фактором її продуктивності. Оцінка генетичного потенціалу сої повинна проводитися комплексно, враховуючи як сортові особливості, так і агротехнічні прийоми вирощування[19, 20].

Аналіз результатів вирощування сої в Поліссі показав, що при оптимальному доборі сортів та застосуванні відповідних агротехнічних прийомів можна отримати високі врожаї – від 3 до 4 тонн з гектара.

У багатьох країнах, зокрема в США, Канаді та Європі, спостерігається тенденція до скорочення виробництва мінеральних добрив, особливо азотних і фосфорних. Натомість пропонується використовувати біологічні препарати на основі ризосферних мікроорганізмів для підживлення ґрунту[21, 22, 23].

У розвиненому сільському господарстві до третини полів, де вирощують зернові та бобові культури, обробляють спеціальними бактеріальними препаратами. Це дозволяє значно зменшити, аж на 25-40%, використання шкідливих для довкілля хімічних добрив[24].

Трепачов Е.М. визначає ефективність симбіозу за допомогою таких показників, як урожайність бобових рослин та їх здатність самостійно забезпечувати себе азотом і білком без додаткового внесення мінеральних добрив[23].

Формування 1 центнера сої потребує значної кількості поживних речовин. На легких лісових ґрунтах рекомендується вносити під оранку 60 кг/га фосфорних і калійних добрив, а навесні – 45 кг/га азотних. На чорноземах опідзолених норми дещо менші. Для ефективної роботи азотфіксуючих бактерій обов'язково проводьте інокуляцію насіння[19, 25].

Соя має специфічні вимоги до живлення протягом вегетаційного періоду. Найбільш інтенсивне поглинання макроелементів (азоту, фосфору, калію) відбувається у фазі цвітіння та наливання бобів. Для забезпечення оптимального живлення культури в ці критичні періоди рекомендується застосовувати позакореневе підживлення багатокомпонентними хелатними добривами. Цей метод дозволяє швидко доставити необхідні елементи

безпосередньо до рослин і підвищити коефіцієнт їх засвоєння. Для збалансованого живлення та підвищення стійкості сої до хвороб рекомендується також використовувати бактеріальні препарати. Ці біологічні добрива збагачують ґрунт корисними мікроорганізмами, які фіксують атмосферний азот, мобілізують фосфор, виробляють фітогормони та антибіотичні речовини, що сприяють росту рослин і пригнічують розвиток фітопатогенів[24].

Підвищена кислотність ґрунту – справжня катастрофа для сої. Порушення фізіологічних процесів, пов'язаних з азотом, вуглеводами та білками, призводять до пригнічення росту і розвитку рослин. Ця проблема особливо гостра для регіонів з переважанням кислих ґрунтів, таких як Полісся, Карпати та Лісостеп[26].

Процес меліорації ґрунтів нейтралізує шкідливу надмірну кислотність, створюючи оптимальні умови для життєдіяльності мікроорганізмів, зокрема бульбочкових бактерій, що відіграють ключову роль у фіксації азоту і підвищенні родючості ґрунтів.

Розділ II

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика проведення досліджень

У 2023-2024 навчальному році на експериментальних ділянках Поліського національного університету проводилися комплексні лабораторно-польові дослідження.

Згідно з "Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур", ми проводили спостереження за ростом і розвитком сої, фіксуючи початок та завершення кожної фази розвитку (коли 10% та 75% рослин досягали відповідної стадії). Для визначення густоти рослин ми використовували закріплені ділянки площею 1 м² у двох повтореннях, проводячи підрахунки на початку сходів та перед збиранням врожаю.

Кількість, маса бульбочок, а також тривалість загального та активного симбіозу були встановлені відповідно до методики, розробленої Г.С. Посипановим[27].

Для визначення фотосинтетичного потенціалу (ФП) і чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) ми використали методику, розроблену А.А. Ничипоровичем та його колегами. Ця методика базується на формулах, запропонованих Кіддом, Вестом та Бріггсом[28, 29, 35].

Енергетичну оцінку розраховували за методики [30].

Для визначення динаміки зміни площі листкової поверхні протягом вегетаційного періоду ми застосували метод висічок. Цей метод передбачає відбір певної кількості (50-100 штук) зразків листків, визначення їхньої площі та маси. Далі, визначається загальна маса всіх листків у пробі, і за допомогою спеціальної формули розраховується загальна площа листкової поверхні проби[33]:

$$S = \frac{PS1}{P1}; \text{ де}$$

S – загальна площа листків, см;

S_1 – площа однієї висічки, см;

Π – число висічок;

P – загальна маса листків, г;

P_1 – маса висічок, г;

Урожайність визначали шляхом повного обмолоту та зважування зерна з кожної ділянки. При цьому також вимірювали вологість і кількість домішок у зерні.

Сорт Сірелія – ранньостиглий [31]:

- Вегетаційний період – 105 днів
- Урожайність – 4,88 т/га
- Боби при визріванні не розтріскуються
- Маса тисячі зерен – до 220 г
- Вміст протеїну – 42-44%
- Олійність – 20,7%
- Висота рослини – 75-80 см
- Висота кріплення нижнього боба – 12-13 см

Стійкий до вилягання, хвороб та стресових факторів.

Варіанти досліду:

1. Контроль
2. Інокуляція
3. Стимулятор росту
4. ЕМ-препарат
5. Стимулятор, ЕМ-препарат
6. Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат

Характеристика етапів росту і розвитку сої [6]

ВВСН код 13 – 19 розвиток листя;

ВВСН код 49 – 59 закладання генеративних органів;

ВВСН код 60 – 69 цвітіння.

Дослідження проводили на трьох повтореннях, загальна площа яких становила 900 м². Посівна ділянка кожного повторення – 50 м², облікова – 32 м². Біоморфологічні показники сої визначали на кожній обліковій ділянці.

Для оцінки росту рослин використовували метод вимірювання відстані від кореневої шийки до верхівки суцвіття на вибірковій групі з 25 рослин.

Для визначення кількісних та якісних показників урожаю застосовували метод суцільного зважування зібраного зерна з подальшим аналізом вологості та маси тисячі зернин.

Таблиця 2.1

Агрохімічний аналіз чорнозему опідзоленого

Кислотність ґрунту, рН	Вміст гумусу, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			Сума поглинутих основ, м.екв./100 г. ґрунту	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г.
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
5,8-5,9	2,58	108,8	120,9	116,0	27	3,33

Згідно з даними таблиці 2.1, ґрунт має оптимальний вміст поживних речовин. Зокрема, підвищений рівень фосфору та калію сприяє зміцненню рослин сої, робить їх більш стійкими до хвороб та покращує водний режим ґрунту. Це, в свою чергу, стимулює розвиток кореневої системи та прискорює дозрівання бобів.

У дослідях проводили наступні спостереження, обліки і аналізи:

- вміст азоту -ДСТУ 7863:2015 [32]
- вміст фосфору і калію -ДСТУ 4405:2005 [33]
- гідролітичну кислотність -ГОСТ 26212 -91 р [34]
- вміст гумусу -ДСТУ -4289:2004 [35]
- вміст протеїну -ДСТУ 4964:2008 [36]
- вміст жиру -ІДЕМ -1085764 [37]

Для оцінки росту і розвитку рослин сої ми використовували стандартизовану методику, зазначену в "Методиці державного сортовипробування сільськогосподарських культур". На кожному етапі розвитку рослини ми визначали її фенофазу за міжнародною класифікацією BBCH (Zadoks)[6].

Щільність рослин підраховували на двох ключових етапах розвитку: коли сім'ядолі повністю розгорнулися та листки розкрилися (стадія 10-11) та перед збиранням врожаю, коли приблизно 60% листя пожовкло та опало (стадія 96).

Рослини висівали рядками, зберігаючи відстань між рядами 15 сантиметрів.

Погодні умови протягом 2023-2024 років, оцінені за гідротермічними коефіцієнтами, представлені детально в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)

Показник	Період						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	за весь період
Середня температура повітря ($t_{\text{сер}}$), °C	10,5	16,4	21,0	24,0	23,1	17,0	18,7
Сума опадів, мм	55,3	50,9	53,6	37,6	36,0	38,2	271,6
Сума активних температур ($t_{\text{акт}>10}$), °C	315	508	630	744	716	510	3423
ГТК Селянінова 2023	1,8	1,0	0,9	0,5	0,5	0,7	0,8
ГТК Селянінова 2024	2,1	1,9	0,8	0,0	0,4	0,5	0,7

Згідно з таблицею 2.2, вегетаційний період був неоднорідним за зволоженням. Якщо квітень характеризувався надмірним зволоженням, а травень – достатнім, то червень вже виявив ознаки слабкої посухи. Найбільш критична ситуація спостерігалась у липні та серпні 2024 року, коли коефіцієнт зволоження знизився до 0,8-0,4, що свідчить про сильну посуху. Такі несприятливі погодні умови призвели до зниження урожайності сої на 0,8 т/га порівняно з попереднім роком.

2.2. Особливості вирощування сої в дослідах

Включення зернобобових культур в сівозмінні системи суттєво змінює структуру посівів, наближаючи її до природних екосистем. Завдяки взаємовигідним взаємовідносинам між бобовими і злаковими культурами, врожайність останніх значно зростає. Так, наприклад, вирощування кукурудзи після сої може збільшити врожайність зерна на 5-8 центнерів з гектара. Аналогічно, ячмінь і пшениця, посівні після сої, демонструють підвищення

врожайності на 5-6 і 3-4 центнери з гектара відповідно. Дослідження американських економістів показують, що такі структурні зміни в сівозміні можуть призвести до загального зростання продуктивності посівів на 40% [20].

У короткій сівозміні, яка використовується в польових умовах, сою розміщували після озимої пшениці. Ця сівозміна складалася з таких культур: багаторічні трави, озима пшениця, соя та ячмінь з одночасним підсівом багаторічних трав.

Багаторічні дослідження, проведені Інститутом кормів та сільського господарства Поділля НААН і Поліського національного університету, свідчать про ефективність сівозмін з короткою ротацією. Впровадження таких сівозмін у господарствах дозволяє підвищити урожайність ячменю в середньому на 4-6 центнерів з гектара, а пшениці – на 2,5-4 центнери з гектара. Це робить такі сівозміни особливо привабливими для великих приватних товаровиробників та фермерських господарств, які прагнуть збільшити прибуток від виробництва зернових культур[11].

Обробіток ґрунту передбачає комплекс заходів, таких як розпушування, перемішування, дроблення грудок, знищення бур'янів та загортання органічних добрив для створення дрібнокомкуватої структури.

В лісостепу України сівозміна соя-кукурудза є ефективним прийомом землеробства, який дозволяє не тільки підвищити врожайність кукурудзи на 8 центнерів з гектара, але й збільшити врожайність ячменю та пшениці на 5-6 і 3-4 центнери відповідно[6, 8].

Обробіток ґрунту під сою має бути спрямований на створення оптимальних умов для росту рослини: максимальне знищення бур'янів, забезпечення достатнього простору для розвитку кореневої системи, сприяння активній діяльності бульбочкових бактерій, які фіксують азот, та створення сприятливого поживного середовища. При цьому, метод обробітку слід обирати індивідуально для кожного поля, враховуючи попередню культуру, вологість ґрунту, рівень забур'яненості та рельєф місцевості[20].

Після того, як зібрали озиму пшеницю та подрібнили соломі, провели обробіток ґрунту дисками. Далі посіяли редьку озиму з нормою висіву 25 кг на гектар. Коли редька досягла стадії зеленої стиглості стручків, знову продискували ґрунт і відразу ж зорювали на глибину 20-22 сантиметрів, підготувавши поле до зими.

Перед тим, як сіяти сою, ґрунт обробляли з метою знищення бур'янів, вирівнювання поверхні та створення оптимальних умов для рівномірного загортання насіння на потрібну глибину.

В дослідженні ми використовували чотиріпольну сівозміну, де 50% площі було відведено під зернобобові культури. Для сої, яка висівалася пізно, застосовували спеціальну систему обробки ґрунту: передпосівне боронування, двократне рихлення та передпосівну культивуацію на глибину 3-4 см. Такий підхід дозволяв ефективно боротися з бур'янами, зберігати вологу в ґрунті та забезпечувати якісний посів.

У разі недостатньої вологи в верхньому шарі ґрунту використовують каткування як до, так і після сівби. Цей агротехнічний прийом допомагає підвищити схожість насіння, забезпечити оптимальну густоту рослин на площі та збільшити врожайність зерна в середньому на 1,1-2,6 тонни з гектара [4, 6].

Хоча соя здатна самостійно забезпечувати себе азотом в значних обсягах завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, додаткове внесення фосфору та калію суттєво підвищує її врожайність.

Соя засвоює поживні речовини нерівномірно протягом вегетації. Так, від сходів до цвітіння вона поглинає 16,6% азоту, 10,4% фосфору та 24,7% калію. Найінтенсивніше живлення відбувається під час цвітіння та формування бобів, коли рослина засвоює 78,5% азоту, 50% фосфору та 82,2% калію від загальної кількості[38].

Для стимуляції росту сої, позакореневе підживлення біологічними препаратами проводили в три критичні фази розвитку рослини: під час активного нарощування листя, у період формування бутонів та під час утворення бобів.

Сівбу сої проводили на початку травня, коли температура ґрунту досягала 10-12°C, що є оптимальним для проростання насіння.

Для покращення схожості та захисту від хвороб насіння сої додатково обробляли протруйником Максим XL 035 у нормі 1 літр на тонну насіння та 0,5-1,0%-ним розчином молібденово-кислого амонію. За даними досліджень Інституту кормів та сільського господарства Полісся НААН, така комплексна обробка сприяла збільшенню врожайності сої на 3-4 центнери з гектара[24].

Норма висіву сорту "Сілерія" була гнучкою і становила 600 тисяч схожих насінин на гектар або 135 кілограмів на гектар, залежно від таких факторів, як маса тисячі насінин, регіон вирощування, родючість ґрунту та забезпеченість вологою.

Для посіву використовували сівалку Клен-4,2, закладаючи насіння на глибину 3-4 сантиметри в достатньо зволожений ґрунт.[38].

Для боротьби з бур'янами ми проводили обробку полів боронами як до появи сходів культурної рослини, так і після, коли бур'яни досягли стадії "білої ниточки". Збирання сої здійснювали тоді, коли насіння повністю достигло і його вологість становила 16%.

Розділ III

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування густоти стеблостою рослин

Таблиця 3.1

Формування густоти рослин залежно від біологічних препаратів (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Повні сходи, тис.шт./м ²	Польова схожість, %	Густота перед збиранням, тис.шт./м ²	Вживаність, %
1	Контроль	504	84	420	88
2	Інокуляція	528	88	465	92
3	Стимулятор росту	504	84	474	94
4	ЕМ-препарат	504	84	474	94
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	516	86	495	96
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	528	88	517	98

У мезотрофній фазі розвитку проросток повністю залежить від поживних речовин ендосперму. Поступовий перехід до автотрофного живлення супроводжується інтенсивним ростом кореневої системи. Інокуляція насіння бактеріальними препаратами стимулює розвиток зародкового корінця за рахунок мобілізації розчинних елементів із насіння, що, в свою чергу, сприяє активному розмноженню бактерій. Колонізація ризосфери бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* призводить до утворення бульбочок на коренях сої, де відбувається фіксація атмосферного азоту, що позитивно впливає на польову схожість[38].

Випадіння рослин за вегетаційний період становило 28-20% (180-83 шт./м²), незважаючи на що перед збиранням на контролі залишалося 420 тис. шт./м².

3.2. Симбіотична ефективність

Застосування інокулянта Агрібактер при посіві сої стимулює утворення спеціальних бульбочок на коренях, в яких живуть бактерії, що фіксують азот з повітря. Цей азот використовується рослиною для активного росту, розвитку і формування великої листової поверхні, необхідної для фотосинтезу.

Інокуляція насіння сприяє підвищенню життєздатності рослин, стимулює розвиток бульбочкових бактерій та збільшує їхню біомасу. Завдяки цьому суттєво зростає фіксація азоту з повітря, що еквівалентно внесенню 380 кг аміачної селітри на гектар (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Розвиток бульбочкових бактерій та симбіотична фіксація азоту атмосфери (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Кількість бульбочок на рослині, шт..	Маса бульбочок, г	Кількість фіксованого азоту, кг/га	Еквівалент аміачної селітри, кг
1	Контроль	22,1	0,35	85	254
2	Інокуляція	28,6	0,39	127	380
3	Стимулятор росту	31,3	0,37	128	383
4	ЕМ-препарат	36,1	0,41	140	419
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	38,0	0,42	145	434
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	41,2	0,45	153	458

Обробка сої стимулятором росту "Нановіт Супер" на стадії активного формування листків (фаза розвитку 12-19 за шкалою ВВСН) призвела до значного збільшення кількості бульбочкових бактерій. Порівняно з контрольною групою, кількість бульбочок зросла на 9,2 штуки, а відносно рослин, оброблених інокулянтном, – на 2,7 штуки. Застосування біологічного препарату ЕМ, що містить різноманітні корисні бактерії (азотфіксуючі, фотосинтезуючі, молочнокислі), забезпечило більш ефективне використання атмосферного азоту рослинами сої. Завдяки пригніченню шкідливих мікроорганізмів та прискоренню розкладання органічних речовин, кількість бульбочок на рослині збільшилася на 14 штук, що сприяло фіксації додаткових 55 кг біологічного азоту на гектар (загальна кількість фіксованого азоту склала 140

кг/га).

Розвиток бульбочкових бактерій та симбіотична фіксація азоту

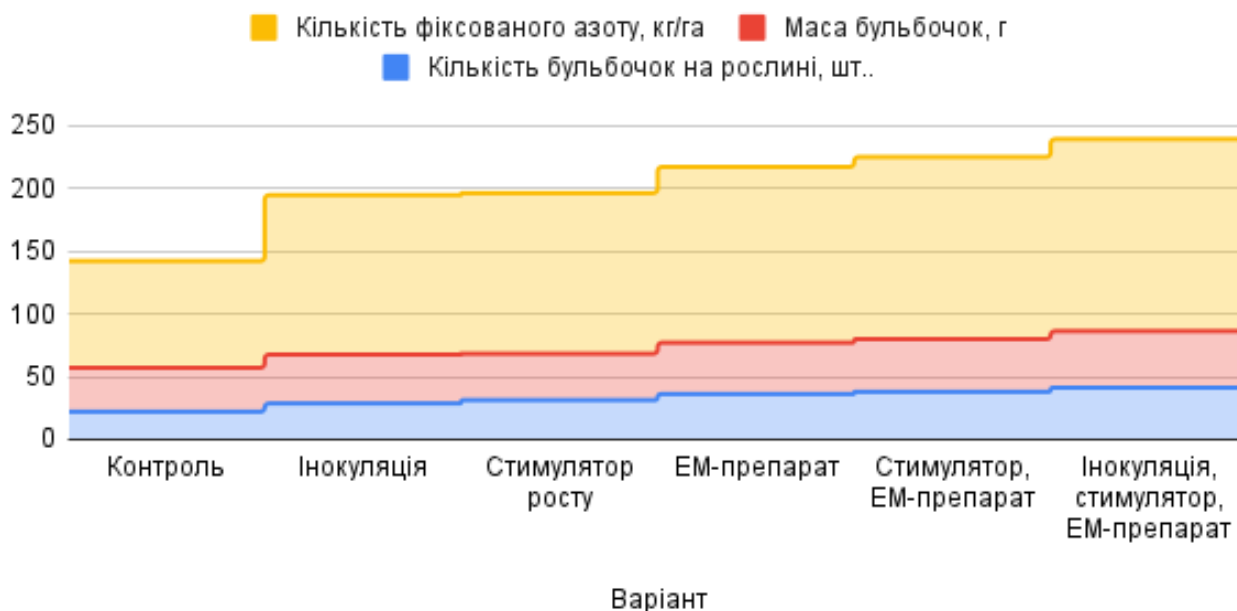


Рис. 1 Динаміка розвитку бульбочкових бактерій та симбіотична фіксація азоту атмосфери

Рослини, завдяки процесу фотосинтезу, перетворюють сонячну енергію на органічні речовини. Кількість енергії, яку рослина може засвоїти, прямо пропорційна кількості фотосинтетично активної радіації (ФАР), що падає на рослину, та загальній площі листків, тобто асиміляційній поверхні[28, 29, 32]. Густота стояння рослин є функцією їхніх біологічних особливостей, вологості субстрату та агротехнічних прийомів.

3.3. Фотосинтетична ефективність

Для оцінки ефективності використання рослиною енергії необхідно визначити такі показники: площа листкової поверхні, розвиток кореневої системи, активність азотфіксаторів, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу(таблиця 3.3).

Таблиця 3.3

**Фотосинтетична активність сої залежно від біологічних препаратів
(середнє за 2023-2024рр.)**

№ з/п	Варіант	Площа листкової поверхні, тис.м ² /га	Формування сухої речовини, т/га	Фотосинтетичний потенціал млн.м ² /га днів	Чиста продуктивність, г/м ² за добу
1	Контроль	34,6	4,19	2,80	2,93
2	Інокуляція	38,0	5,12	3,12	3,15
3	Стимулятор росту	41,2	5,21	3,34	3,22
4	ЕМ-препарат	41,3	5,38	3,40	3,60
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	43,7	6,32	3,38	4,30
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	44,1	6,44	3,46	4,80

Визначення темпів формування листкової поверхні рослин на ранніх етапах вегетації (за шкалами BVCH та Zadoks, коди 10-29), які характеризуються повільним збільшенням площі листків[6]. Ми вимірювали розмір листків сої з моменту появи перших листочків до появи дев'ятого складеного листка. В умовах посухи 2023-2024 років розмір листків коливався, але в середньому становив близько 39 тисяч квадратних метрів на гектар.

Коли ми обробляли насіння перед посівом спеціальними препаратами, розмір листків збільшився на 3,4 тисячі квадратних метрів на гектар. А коли обприскували рослини під час цвітіння іншими препаратами (Нановіт Супер та ЕМ-препаратом), розмір листків збільшився ще більше – до 41,2-41,3 тисяч квадратних метрів на гектар.

Найбільша площа листкової поверхні, яка необхідна для ефективного фотосинтезу, була досягнута у фазу цвітіння. Коли рослини додатково обробляли інокулянтом, підживлювали через листя стимулятором росту та ЕМ-препаратом, ця площа зроста до вражаючих 44,1 тисячі квадратних метрів на гектар. За весь період вегетації найбільша кількість сухої речовини в надземній частині рослин була отримана на ділянці, де насіння перед посівом обробляли інокулянтом, а протягом вегетації проводили позакореневе підживлення. Рослини на цій ділянці мали фотосинтетичний потенціал 6,44 мільйонів

квадратних метрів на гектар, а продуктивність фотосинтезу становила 4,8 грама на квадратний метр за добу.

Найкращі результати були досягнуті завдяки комплексній системі обробки рослин, яка включала інокуляцію насіння, позакореневе підживлення стимулятором росту та ЕМ-препаратом. Ця технологія призвела до майже двократного збільшення кількості активних бульбочок та їхньої маси на 10 грамів, що забезпечило фіксацію 153 кг азоту на гектар, що еквівалентно 458 кг аміачної селітри та економить 9160 гривень на гектар(таблиця 3.4).

Таблиця 3.4

**Надходження азоту атмосфери залежно від біологічних препаратів
(середнє за 2023-2024рр.)**

№ з/п	Варіант	Солома та стерньові і поживні рештки, т/га	Надходження азоту, кг/га		
			побічна продукція	симбіотичний азот атмосфери	всього
1	Контроль	4,21	50	85	135
2	Інокуляція	5,16	61	127	188
3	Стимулятор росту	5,50	64	128	192
4	ЕМ-препарат	5,58	69	140	204
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	6,61	72	145	217
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	6,90	81	153	234

У період найбільшої активності рослини сої, тобто від початку цвітіння до початку наливання насіння, спостерігається інтенсивне споживання поживних речовин. Зокрема, рослина використовує 78% загальної кількості азоту, 50% фосфору та 82% калію, необхідних для її розвитку. Згідно з даними таблиці 3.4, у посушливих умовах 2023-2024 років середня урожайність сої склала 2,85 тонни з гектара. Важливою особливістю є те, що рослини сої використовують атмосферний азот, який фіксується бульбочковими бактеріями, що сприяє їх росту та розвитку навіть за умов дефіциту вологи. Перед посівом насіння сої було оброблено препаратом Агрібактер (ВВСН, код 00) з метою стимуляції процесу азотфіксації.

Обробку рослин стимулятором росту Нановіт Супер проводили методом позакореневого підживлення в період активного росту листя, коли рослини перебували у фазі від 12 до 19 за шкалою BBCH (фенологічна шкала).

Позакореневе підживлення рослин ЕМ-препаратом здійснювали під час формування бутонів, коли рослини досягли фази від 49 до 59 за шкалою BBCH.

3.4. Урожайність та якість сої залежно від біопрепаратів

Таблиця 3.5

Структура урожаю залежно від біопрепаратів (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант		Густота рослин, тис.шт./га	Висота рослин, см	Кількість, шт..			Маса 1000 шт., г
					Бобів на рослині	насіння		
						в бобах	на росли ні	
1	Контроль		420	53,3	38,6	2,5	96,5	178
2	Інокуляція		465	54,6	40,3	2,8	113	184
3	Підживлення	Стимулятор росту	474	58,0	42,5	3,0	127	187
4		ЕМ-препарат	474	58,0	41,4	3,0	123	190
5		Стимулятор, ЕМ-препарат	495	59,6	42,8	2,9	124	189
6		Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	517	60,1	44,5	3,3	177	193

Інокуляція – Агрібактер;

ЕМ – ефективні мікроорганізми;

Стимулятор росту – Нановіт Супер.

Сорт французької селекції, що відзначається раннім дозріванням та потенційною врожайністю 4,88 тонн з гектара, продемонстрував високу стійкість до вилягання. Завдяки своїй невисокій рослині (75-80 сантиметрів) він успішно протистояв посушливим умовам 2023-2024 років, забезпечивши урожайність 3,4 тонни з гектару. Густота рослин на момент повної стиглості становила від 420 до 517 тисяч рослин на гектар. Детальна структура урожаю представлена в таблиці 3.5.

Використання біологічних препаратів сприяло інтенсифікації процесу азотфіксації, що призвело до збільшення густоти рослин на 40 тис./га. Завдяки накопиченню цукрів рослини продемонстрували підвищену стійкість до стресових погодних умов, зокрема, до високих температур і посухи. Комплексне застосування біопрепаратів стимулювало ріст рослин, що виявилось у збільшенні висоти на 7 см та формуванні більшої кількості бічних пагонів і бобів. Це, в свою чергу, призвело до збільшення маси 1000 насінин на 12-15 г порівняно з контролем.

Таблиця 3.6

**Урожайність сої залежно від біологічних препаратів
(середнє за 2023-2024рр.)**

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га			Прибавка	
		2023	2024	середня	т/га	%
1	Контроль	2,51	1,80	2,10	-	100
2	Інокуляція	2,63	1,90	2,30	0,20	109
3	Стимулятор росту	2,59	2,20	2,40	0,30	114
4	ЕМ-препарат	2,91	2,24	2,60	0,50	124
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	3,10	2,35	2,70	0,60	129
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	3,40	2,30	2,85	0,75	136
Середня		2,86	2,13	2,50	-	-
НІР ₀₉₅		0,14	0,24	-	-	-

Заявлена потенційна урожайність сорту сої Сілерія становить 4,88 т/га. Однак, за результатами наших досліджень у 2023-2024 роках, середня фактична врожайність склала лише 2,85 т/га, що на 2,03 т/га менше. Такий значний розрив пояснюється екстремальними погодними умовами, зокрема посухою в липні та серпні, коли гідротермічний коефіцієнт не перевищував 0,4.

За результатами дворічних досліджень, інокуляція насіння сої забезпечила середню врожайність на рівні 2,3 т/га, що на 0,2 т/га перевищує контроль. Позакореневе підживлення стимулятором росту Нановіт Супер та ЕМ-препаратом дозволило отримати врожайність у діапазоні 2,4-2,6 т/га, що статистично достовірно перевищує контроль на 0,3-0,5 т/га.

Найвищий приріст урожайності (0,6-0,75 т/га) було зафіксовано при комбінованому застосуванні інокуляції, стимулятора росту та ЕМ-препарату в різні фази вегетації. Такий результат пояснюється позитивним впливом на ріст, розвиток та фізіологічні процеси рослин, зокрема завдяки фіксації азоту, мобілізації фосфору та сприянню росту кореневої системи.

Застосування комплексу біологічних препаратів для позакореневого підживлення сої призвело до значного підвищення вмісту білка (до 39,8%) та олії в зерні. Врожайність білка та олії зросла відповідно на 31,6 т/га та 21,2 т/га, що підтверджує високу ефективність такого підходу у підвищенні врожайності та якості продукції. (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

**Якість сої залежно від біологічних препаратів
(середнє за 2023-2024рр.)**

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вміст білка, %	Вихід білка, т/га	Вміст олії, %	Вихід олії, т/га
1	Контроль	2,10	38,0	79,8	20,3	42,6
2	Інокуляція	2,31	38,6	88,8	22,0	50,6
3	Стимулятор росту	2,43	38,6	92,6	21,5	51,6
4	ЕМ-препарат	2,61	38,6	100,4	22,5	56,3
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	2,72	39,2	105,8	22,7	61,3
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	2,85	39,8	111,4	22,8	63,8

Виключно позакореневе підживлення стимулятором росту "Нановіт Супер" призвело до незначного збільшення вмісту білка в зерні в середньому на 0,6%, коливаючись в межах 38,6%. Приріст виходу білка та олії спостерігався лише завдяки підвищенню загальної урожайності і становив відповідно 12,8 та 9,0 тонн на гектар. Обробка посівів ЕМ-препаратом забезпечила значно вищий вихід білка та олії, в межах 20,3 та 13,7 тонн на гектар

ВІДПОВІДНО.

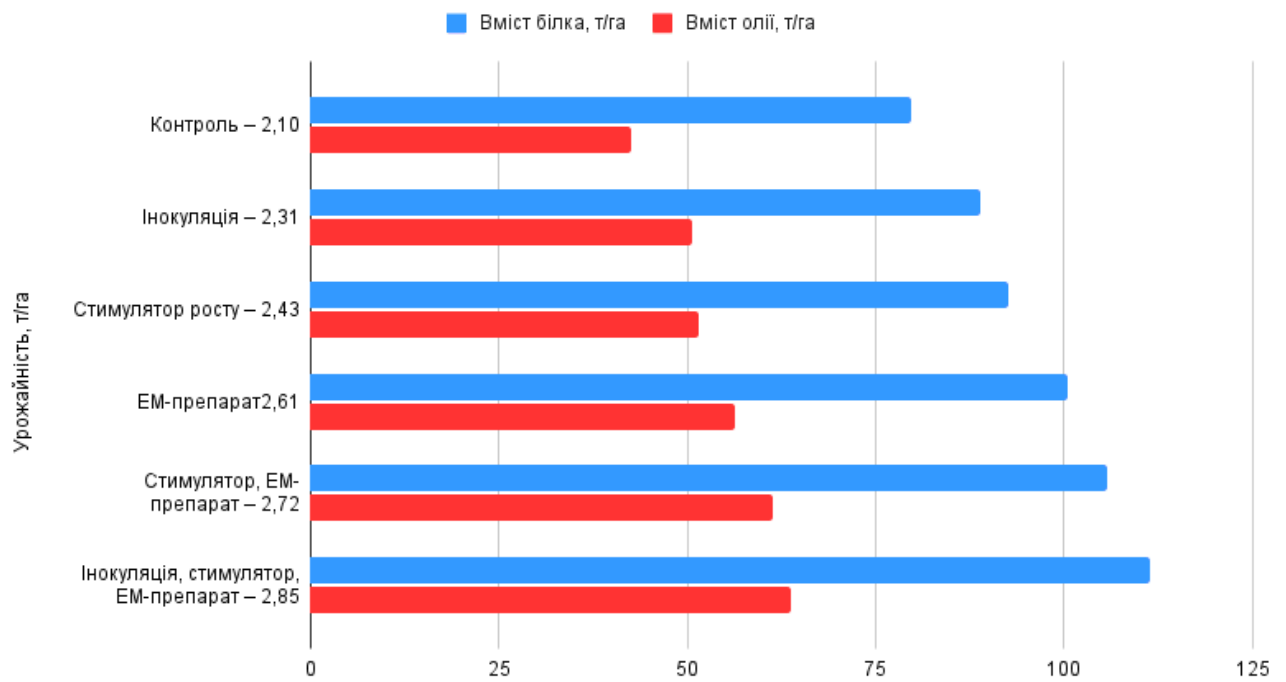


Рис. 2 Вміст білка та олії залежно від біологічних препаратів

РОЗДІЛ IV

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Для оцінки економічної ефективності ми застосували методику, розроблену провідними науковими установами країни – Інститутом зернових культур НААН та ННУ «Інститут аграрної економіки НЛАН». У розрахунках використовували актуальні ринкові ціни на сою, які діяли у 2024 році. Крім того, враховували вартість всіх необхідних ресурсів, таких як паливо, високоякісне насіння, мікробіологічні препарати (Агрібактер, ЕМ-препарат), стимулятори росту (Nanovit Super) та засоби захисту рослин. Також були враховані витрати на оплату праці трактористів-машиністів (детальні дані наведено в таблиці 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність сої залежно від біологічних препаратів
(середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, тис. грн..	Витрати на врожай, тис. грн..	Умовно чистий прибуток, тис. грн..	Рівень рентабельності, %
1	Контроль	2,10	42,0	27,0	22,4	55,5
2	Інокуляція	2,31	46,2	27,8	18,4	66,1
3	Стимулятор росту	2,43	48,6	30,0	18,6	62,3
4	ЕМ-препарат	2,61	52,2	31,7	21,2	68,4
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	2,72	54,4	31,4	23,0	74,0
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	2,85	57,0	32,6	24,4	75,0

Несприятливі погодні умови 2023-2024 років обмежили потенціал врожайності сої, який за оптимальних умов міг би сягнути 3-4 т/га. Фактично отримана урожайність коливалася в межах 2,1-2,85 т/га. Зокрема, сорт Сірелія показав середню урожайність 2,1 т/га, що забезпечило чистий прибуток у розмірі 22,4 тис. грн. з рівнем рентабельності 55,5%.

Затрати на закупівлю стимуляторів росту і їх внесення забезпечили невисокий приріст врожайності, а витрати збільшилися на 0,8-3,0-4,7-4,4-5,6 тис.грн./га.

Позакореневе підживлення сої біологічними препаратами виявилось надзвичайно ефективним. При урожайності 2,72-2,85 т/га воно забезпечило чистий прибуток у розмірі 23,0-24,4 тис. грн/га, що відповідає рівню рентабельності 74-75%.

Для визначення енергетичної ефективності біологічних препаратів застосовували методику, розроблену для комплексної оцінки енергетичних процесів в агроекосистемах[30].

Ми проводили розрахунок енергетичної цінності врожаю сої та визначали, у скільки разів ця енергія перевищує кількість енергії викопного палива, витраченого на вирощування. Цей показник відомий як коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ).

Таблиця 4.2

**Енергетична ефективність сої залежно від біологічних препаратів, МДж
(середнє за 2023-2024рр.)**

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Енергоємність урожаю	Витрати на врожай,	Обмінна енергія	Кее
1	Контроль	2,10	44100	39250	4850	1,1
2	Інокуляція	2,31	48510	40120	8390	1,2
3	Стимулятор росту	2,43	51030	40600	11000	1,3
4	ЕМ-препарат	2,61	50100	39200	11200	1,3
5	Стимулятор, ЕМ-препарат	2,72	57120	41200	15920	1,4
6	Інокуляція, стимулятор, ЕМ-препарат	2,85	59850	41200	18650	1,5

Аналіз даних таблиці 4.2 свідчить про позитивний ефект комплексного застосування біопрепаратів, який оцінюється коефіцієнтом 1,4-1,5.

Висновки та пропозиції виробництву

1. В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування комплексу біологічних препаратів сприяло підвищенню виживаності рослин та формуванню оптимальної густоти стояння рослин на рівні 495-517 тис.шт./га, що свідчить про позитивний вплив біопрепаратів на ранні фази онтогенезу.

2. Застосування позакореневого підживлення сої стимулятором росту Нановіт Супер та ЕМ-препаратами в комплексі з інокуляцією насіння призвело до значного збільшення кількості бульбочок на рослині (38,0-41,2 шт.), що забезпечило високий рівень фіксації атмосферного азоту – до 153 кг/га.

3. Завдяки інтенсивному фотосинтезу соя здатна фіксувати значну кількість азоту з атмосфери – до 234 кг на гектар. При цьому 81 кг азоту надходить у ґрунт завдяки розкладанню рослинних решток (побічної продукції).

4. Завдяки застосуванню комплексу біологічних препаратів, в середньому за роки досліджень вдалося отримати урожайність сої 2,85 т/га, при цьому вихід білка склав 111,4 т/га, а олії – 63,8 т/га.

5. Завдяки органічному методу культивування сої, можна отримати 23 тисячі гривень чистого прибутку.

Рекомендації виробництву

Вирощування сої за допомогою біологічних препаратів без застосування мінеральних добрив є економічно вигідним. При середній врожайності 2,85 тонни з гектара такий підхід забезпечує чистий прибуток у розмірі 23 тисяч гривень.

Список використаних джерел

1. Безуглий М. Д. Ініціювання Україною нової версії глобальної безпеки на основі збільшення зерновиробництва: Наукові обґрунтування інтенсифікації виробництва зерна в Україні: виступи науковців на засіданні Президії Національної академії аграрних наук України 27 липня 2011 р.
2. Овсінський І.Є. До кращого врожаю. Львів : Федерація органічного руху України, Л. А «Піраміда», 2009. 196с.
3. Морджеда, К. Буаллон Каро, Г.Марин Дюдан. Органическое сельское хозяйство. Рим, ФАО, 215. 224 с.
4. Закон «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обліку та маркетування органічної продукції», 2017.
5. Довідник стандартів ЄС щодо регулювання органічного виробництва та маркування органічних продуктів. Відповідальний за випуск Є.Міловснєв. Львів: Видавнича компанія, «АРС», 2016. 208 с.
6. Новітні агротехнології у рослинництві: підручник/ Мазур В.А. та ін. Вінниця, 2017. 588 с.
7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво Львів: МФВ «Українські технології», 2008. 624 с..
8. Соя – культура унікальних можливостей / Петриченко В.Ф. та ін. Київ: Юнівєст Медіа, 2016 . 224 с.
9. Бабіч А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 560 с.
10. Бабіч А.О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ: Аграрна наука. 1998. 271 с.
11. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Венедиктов О.М. Система сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: підручник. Вінниця, 2012. 368 с.
12. Олійник В.І., Камінський В.Ф.. Рукамган Тамбара Хамулу. Вплив бактеріальних препаратів на азотфіксацію і насіннєву продуктивність посівів сої/ зб.наук.праць. Ордена Трудового Червоного прапора

- Інституту землеробства Української академії аграрних наук. К., 2000. №1. С 60-61.
13. Фадеев Л.В. Соя – культура XXI века. Харьков 2019. 431 с.
 14. Вплив органічної технології вирощування на продуктивність сої в умовах Полісся України/ Дідора В.Г. та ін. Наукові горизонти, 2018, № 7-8 (70). С. 36-41.
 15. Лещенко А.К. Важнейшие биологические особенности сои. «Наукова думка», 1978. С. 97-165.
 16. Степанов В.М. Климат и сорт/Кліматологія бобових и злаковых трав. Л., Гидрометиздат 1982. С. 85-108.
 17. Бульбатко Г. Природні ресурси і вирощування сої в Україні/ Пропозиція: інформ. щомісячник., 2000.№5.41 с.
 18. Дідора В.Г., Баранов А.І., Ступіцька О.С. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від норм добрив та строків посіву в умовах Полісся України. Віс. Сумського нац.аграр.ун-ту. 2013. №3. С. 138-141.
 19. Дідора В.Г., Баранов А.І., Власюк М.В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. Наукові горизонти, 2019. № 1 (74). С. 33-39.
 20. Дідора В.Г., Ключевич М.М. Технічні культури: підручник. Житомир. 2024. 462 с.
 21. Базилинская М.В. Исследования по проблеме биологической фиксации азота в Канаде// с.-х. право и наука, 1986. № 1. С. 21. Серия 1 (Экономика, земледелие и растениеводство).
 22. Базилинская М.В. Использование биологического азота в Австралии. Земледелие. 1989. № 1. С 23-25.
 23. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. М., 1999. 530 с.
 24. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України. Київ, 2024. 147 с.
 25. Ковалевська Т.М., Надкернична О.В., Вакулик В.П. Роль бульбочкових бактерій і підвищення продуктивності сої/Матеріали третьої

- Всеукраїнської конф. «Виробництво, переробка і використання сої на кормові і харчові цілі.», 2000. С. 32-33.
26. Семцов А. В. Реакції рослин сої на інокуляцію та внесення різних доз мінеральних добрив в умовах Центрального Лісостепу/ Вісник.аграрн.наук, 2000. №2. С. 71-72.
 27. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. М., Агропромиздат, 1991. 229 с.
 28. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы интенсификации сельского хозяйства. М. : Наука, 1965. 134 с.
 29. Ничипорович А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью с целью повышения их продуктивности. Физиология с.-х. растений. М.: 1967. Т.1. С. 309-353.
 30. Енергетична оцінка агроєкосистем: навч. посіб. / Смаглій О.Ф. та ін. Житомир, 2004. 129 с.
 31. <https://superagronom.com/nasinnya-soya/rzht-sireliya-id20585>
 32. Вміст азоту ДСТУ 7863:2015.
 33. Вміст фосфору і калію – ДСТУ 4405:2005
 34. Гідролітична кислотність – ГОСТ 26212-91.
 35. Вміст гумусу ДСТУ – 4289:2004.
 36. Вміст протеїну ДСТУ – 4964:2003.
 37. Вміст жиру – ІДЕМ – 1085764.
 38. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої : моногр. Київ, «Урожай». 1993. 426 с.
 39. Ижик Н.К. Полевая схожесть семян/биология, экология, агротехника. Издательство «Урожай», Киев, 1976. 197 с.
 40. Хоменко Т.Д., Дацько А.О., Костюк М.П. Обробка насіння біопрепаратами перспективний напрямок вдосконалення елементів технології вирощування сої. Органічне виробництво і продовольська безпека. ЖНАЕУ, 2019. 292-296.