

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

Агрономічний факультет
Кафедра технологій у
рослинництві
Кваліфікаційна робота на
правах рукопису

Заблоцький Богдан Валентинович

УДК 631.559:633.34:631.87

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**«Продуктивність сої залежно від ЕМ-препаратів в
умовах ФОП Косташ Григорій Михайлович,
Житомирський район, Житомирської області»**

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.

Б.В.Заблоцький

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

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

Житомир-2024

Анотація

Заблоцький Богдан Валентинович «Продуктивність сої залежно від ЕМ-препаратів в умовах ФОП Косташ Григорій Михайлович, Житомирський район, Житомирської області». Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

Кваліфікаційна робота є результатом оригінального наукового дослідження, проведеного безпосередньо в польових умовах. Вона повністю відповідає вимогам, зазначеним у "Положенні про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті, 2019 року", що гарантує її наукову обґрунтованість та актуальність.

Робота виконана у форматі 37-сторінкового документа, ілюстрована одним рисунком та десятьма таблицями. Теоретична база дослідження ґрунтується на 41 науковому джерелі, огляд яких подано на початку роботи.

Другий розділ роботи містить опис природних і експериментальних умов дослідження. Зокрема, надається характеристика ґрунтів (механічний склад, кислотність, забезпеченість елементами живлення), кліматичні умови регіону (опади, температура, вегетаційний період), а також детальна інформація про сортові особливості досліджуваної культури та використані біопрепарати.

Основна частина досліджень наведена у третьому розділі.

Запропонована тема дослідження є надзвичайно актуальною для сучасного сільського господарства. Вона спрямована на глибоке вивчення взаємозв'язку між використанням ефективних мікроорганізмів, технологічними показниками якості сої та формуванням високих і стабільних врожаїв.

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

Annotation

Bohdan Valentynovych Zablotskyi "Productivity of soybeans depending on EM preparations in the conditions of FOP Kostash Hryhoriy Mykhailovych, Zhytomyr district, Zhytomyr region." 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 is the result of original scientific research conducted directly in the field. It fully meets the requirements specified in the "Regulations on qualifying papers at the Polissiya National University, 2019", which guarantees its scientific validity and relevance.

The work is in the format of a 37-page document, illustrated with one figure and ten tables. The theoretical basis of the research is based on 41 scientific sources, an overview of which is presented at the beginning of the work.

The second section of the work contains a description of natural and experimental research conditions. In particular, the characteristics of soils (mechanical composition, acidity, availability of nutrients), climatic conditions of the region (precipitation, temperature, growing season), as well as detailed information on varietal characteristics of the studied culture and biological preparations used are provided.

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

The proposed research topic is extremely relevant for modern agriculture. It is aimed at an in-depth study of the relationship between the use of effective microorganisms, technological indicators of soybean quality and the formation of high and stable yields.

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

Зміст

		Стр.
	Вступ	5
Розділ I.	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	
	1.1. Біологічно активні речовини та інокуляція насіння сої.....	7
	1.2. Азотфіксуюча здатність сої.....	10
Розділ II	МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Методика проведення досліджень.....	12
	2.2. Особливості технології вирощування сої в дослідах.....	16
Розділ III	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Формування густоти стеблостою сої.....	21
	3.2. Симбіотична ефективність сої залежно від біопрепаратів.....	22
	3.3. Продуктивність та технологічні показники якості сої.....	26
Розділ IV	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	30
	Висновки та пропозиції виробництву.....	34
	Список використаних джерел.....	35

ВСТУП

Соя в Україні є універсальною культурою, яка знаходить широке застосування як у харчовій промисловості (виробництво олії, молока, тофу та інших продуктів), так і в кормовиробництві (як джерело білка для тварин) та навіть у промисловості (виробництво біопалива, пластмас).

Завдяки високому вмісту білка (40-50%) та жиру (близько 20%), соя є не тільки дешевим, а й екологічно чистим джерелом поживних речовин. Вона може стати ефективним рішенням проблеми дефіциту білка у світі, особливо в умовах зростаючого населення та обмежених ресурсів[1].

Соя – це унікальна рослина, яка має здатність самостійно забезпечувати себе азотом, необхідним для росту. Це відбувається завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, що живуть на її коренях. Ці бактерії фіксують атмосферний азот, перетворюючи його на форму, доступну для рослини. Завдяки цьому, соя не потребує додаткового внесення азотних добрив. Більш того, вирощуючи сою, ми збагачуємо ґрунт азотом, оскільки значна частина цього елемента (близько 40% від загальної кількості засвоєної соєю) залишається в ґрунті після збирання врожаю. Навіть побічна продукція сої, така як листя і стебла, містить значну кількість азоту (близько 1,7%), що ще більше сприяє підвищенню родючості ґрунту. Загалом, одна рослина сої здатна засвоїти від 250 до 300 кілограмів азоту за вегетаційний період[2].

Недостатня аерація ґрунту стримує розвиток бульбочкових бактерій. Симбіотична ефективність залежить від мікроелементів: молібден, бор, магній та ін.

Аби забезпечити рослинам міцний старт і захист від шкідників та хвороб, насіння перед посівом слід обробити бактеріальними препаратами (інокулянтами). Такі препарати, як агрібактер, нітрагін, ризоторфін, оптимайз та атува, містять корисні бактерії, які допомагають рослинам засвоювати поживні речовини з ґрунту та активно розвиватися.

Одним із найбільш дієвих шляхів відновлення родючості ґрунту є швидке і масове впровадження ЕМ-технологій, або технології Ефективних Мікроорганізмів.

Мета нашої кваліфікаційної роботи полягає у відновленні родючості ґрунту з використанням біологічного азоту бульбочковими бактеріями і накопиченням його у ґрунті. Впродовж 3-5 років можна практично повністю відновити природну родючість навіть самих бідних ґрунтів.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку та формування продуктивності і якості сої залежно від технології Ефективних Мікроорганізмів.

Предмет досліджень: використання ЕМ-препаратів для проведення позакоренових підживлень сої за фазами росту і розвитку 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

1.1. Біологічно активні речовини та інокуляція насіння сої

Соевий білок є надзвичайно цінним для організму людини завдяки своєму збалансованому амінокислотному складу, що забезпечує легке засвоєння. Крім білка, насіння сої багате на жири (19-25%), екстрактивні речовини (20-30%), мінерали (залізо, фосфор, кальцій) та вітаміни, включаючи фолієву кислоту. Також соя є джерелом різноманітних ферментів, що беруть активну участь у багатьох біохімічних процесах організму. Таким чином, соя є справжньою скарбницею життєво необхідних речовин [3].

Продукція переробки зерна сої сприяє покращенню здоров'я людей.

Висока засвоєність білка – 90%, за вмістом білка 1 кг сої дорівнює 2 кг м'яса або риби, 12 літрів молока. Вміст незамінних амінокислот в сої знаходиться в необхідній для людей пропорції [4].

На бідних ґрунтах Полісся України вміст білка в сої можна підвищити використовуючи багатокомпонентні комплексні добрива (Кристалон, Ризогумін) [5].

Велике значення сої у кормовиробництві, продовольчих та технічних галузях. З нього виготовляють молочні продукти, кондитерські вироби, харчове борошно, сурогати кави та ін [6].

Соя – це зелений корм, сінаж, виробництво трав'яного борошна, на соєво-кукрудзяний силос, монокорм. Біологічно фіксований азот є цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур [7].

З метою покращення біологічного процесу застосування біологічно активних речовин сприяє росту і розвитку рослин [8].

Застосування регуляторів росту, інокулянтів, позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі позитивно впливають на урожайність сої, вона збільшується на 0,5-0,8 т/га [9]. В результаті активного симбіотичного процесу, соя використовує біологічний азот на ріст і розвиток та в ґрунті лишається біля 100 кг/га азоту, що прирівнюється до 10-15 т

органічних добрив. Розрахунки показали, якщо висівати сою в Україні на площі 2,4 млн. га то це означає, що ґрунт одержить обсяг азоту, еквівалентний 546 тис. тонн аміачної селітри на суму понад 1 млрд. грн. [10, 11]. За умов інтенсивних технологій вирощування сої урожайність досягає – 4 т/га, а рентабельність становить понад 50%, тому виробники сої можуть отримувати високий прибуток [12].

За результатами наукових досліджень Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України, інокуляція забезпечує приріст урожайності насіння сої 0,3-0,4 т/га [13]. Інокуляція насіння препаратом *Bradyrhizobium japonicum* за інтенсивної технології вирощування сприяє підвищенню продуктивності сої на 0,34-0,50 т/га [14].

Інокуляція насіння бактеріальними препаратами – це потужний інструмент для підвищення родючості ґрунтів та екологічно чистого землеробства. Цей процес стимулює утворення симбіотичних вузликів на коренях рослин, особливо бобових, таких як соя. У цих вузликах живуть спеціальні бактерії, які здатні перетворювати атмосферний азот у форму, доступну для рослин[15]. Наприклад, соя, завдяки симбіозу з бактеріями, здатна залишати в ґрунті значну кількість біологічного азоту (від 60 до 150 кг/га), який згодом можуть використовувати наступні культури в сівозміні[16]. Це значно ефективніше, ніж використання мінеральних добрив, оскільки рослини засвоюють біологічний азот набагато краще [17]. Завдяки обробці насіння сої перед сівбою бактеріальними препаратами на коренях рослин значно інтенсивніше утворюються бульбочки, через які і відбувається азотфіксація.

В досліджуваній ділянці було виявлено, що загальна кількість біологічного азоту досягає значних показників – 450 кілограмів на гектар. При цьому, вражаюча частка у 75% цього азоту була отримана завдяки природному процесу фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Ці мікроорганізми, вступаючи в симбіоз з корінням бобових рослин, перетворюють недоступний для більшості організмів газоподібний азот з

атмосфери на сполуки, які можуть засвоюватися рослинами. Такий механізм є не лише екологічно чистим, а й значно підвищує родючість ґрунту[18].

У більшості типів ґрунтів бульбочкові бактерії відсутні. Застосування препарату нового біологічного походження EM-1 позитивно впливає на біоценоз ґрунту, пригнічує його патогенну мікрофлору. В результаті розвитку мікроорганізмів відбувається відновлення родючості ґрунту. Протягом 3-5 років ґрунт самостійно повертається до свого первинного родючого стану, не потребуючи штучного втручання хімічними добривами[15]. Процес біологічної фіксації азоту відіграє ключову роль у підвищенні родючості ґрунту та розвитку корисної мікрофлори. Яскравим показником активної азотфіксації є збільшення кількості червоних бульбочок на коренях рослин, особливо бобових, таких як соя. Це свідчить про те, що бактерії успішно перетворюють атмосферний азот у форму, доступну для рослин. За таких умов, рослини отримують достатню кількість азоту і мають світло-зелене забарвлення, що вказує на їхнє здорове та повноцінне живлення. Отже, додаткове підживлення сої азотними добривами в цьому випадку є необов'язковим. Однак, якщо бульбочки розвинені недостатньо, а листя рослин набуває жовтуватого відтінку, це сигнал про дефіцит азоту. У такій ситуації рекомендується провести 1-2 позакореневі підживлення для забезпечення рослин необхідними поживними речовинами.

Професор, мікробіолог з Японії Те-руо Хіга розробив і заснував EM-препарат, в склад якого відібрав 86 головних штамів регенератів, які виконують живлення рослин, їх захист від хвороб та оздоровлення ґрунтового середовища [19, 20].

Фотосинтез та біологічна фіксація азоту в сої утворюють нерозривний ланцюг, де кожен процес живить інший. Фотосинтез забезпечує енергією процес фіксації азоту, а фіксований азот, у свою чергу, є будівельним матеріалом для синтезу різноманітних органічних сполук, необхідних для життя рослини. Ця взаємодія є основою високої продуктивності та харчової цінності сої[20].

Передпосівна інокуляція насіння сої та використання ЕМ-препарату на позакоренеve підживлення є новим елементом технології вирощування сої.

Дослідження впливу нової ЕМ-технології на рослини за умови повного відмови від синтетичних добрив є перспективним напрямком сучасної агрономії.

1.2. Азотфіксуєча здатність сої

Інокуляція насіння забезпечує приріст урожайності сої на 0,3-0,4 т/га [21]. Інокуляція на основі *Bradyrhizobium japonicum* сприяє підвищенню урожайності сої на 0,34-0,50 т/га, або 14-18% [14].

Бульбочкові бактерії вступають в симбіоз з рослинами і підвищують продуктивність рослин, покращують якість продукції, зменшують пестицидне навантаження на навколишнє середовище [16]. Оброблення насіння інокулянтами є менш витратне, ніж мінеральні добрива. Завдяки біологічній азотфіксації бульбочковими бактеріями у ґрунті залишається 35-55 кг азоту [17].

Враховуючи побічну продукцію, стерньові і пожнивні рештки, фіксацію азоту повітря загальне його накопичення може становити 450 кг/га, у тому числі частка фіксованого азоту бульбочковими бактеріями становить 95% [18, 22]. Шляхом біологічної азотфіксації соя задовольняє потреби в живленні азотом на 50-60% [23].

Симбіоз з культурою забезпечує рослини фіксованим атмосферним азотом в критичний період росту і розвитку, який залишається у ґрунті життєздатними у продовж 3-5 років, що забезпечують формування стабільних та екологічно безпечних врожаїв [18]. Активні ризобії здатні фіксувати до 250 кг/га доступного рослинам біологічного азоту за період вегетації сої, з яких 150 засвоюється соєю, а решта залишається в ґрунті [24]. Завдяки фіксованому біологічному азоту та мінералізації побічної продукції покращується родючість ґрунту. За внесення мінеральних добрив відбувається фотосинтез у листках і створюються передумови біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями,

що є основою для синтезу білка, жиру, ферментів, амінокислот, вітамінів, вуглеводів та інших сполук [25].

Бактеріальні препарати для рослин діють як потужні біологічні каталізатори, які стимулюють ріст рослин. Ці препарати значно покращують засвоєння рослинами поживних речовин з добрив, що дозволяє більш ефективно використовувати їх. Наприклад, зазвичай рослини засвоюють не більше половини азоту, лише п'яту частину фосфору та від чверті до третини калію з добрив. Решта цих цінних елементів вимивається в ґрунт і потрапляє у водойми, забруднюючи їх шкідливими нітратами. Використання бактеріальних препаратів допомагає зменшити ці втрати, роблячи сільське господарство більш екологічним та економічно вигідним [26].

Тому вивчення впливу ефективних мікроорганізмів, ЕМ- препаратів на підвищення продуктивності та якості сої є актуальним направленням.

Кваліфікаційна робота передбачає вивчення нової ЕМ-технології, з метою підвищення продуктивності сої та покращення родючості ґрунту.

Розділ II

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика проведення досліджень

Виробничі дослідження проводились впродовж 2023-2024 рр. в умовах ФОП Косташ Григорій Михайлович, Житомирський район, Житомирської області.

Для оцінки росту та розвитку рослин сої ми проводили регулярні спостереження, строго дотримуючись державних стандартів, викладених у "Методиці державного сортовипробування сільськогосподарських культур". Ми фіксували всі ключові стадії розвитку рослин, починаючи з моменту, коли ознаки нової фази з'являлися щонайменше у 10% рослин, і вважали фазу завершеною, коли ці ознаки були присутні у 75% рослин. Для визначення густоти рослин ми обрали стаціонарні ділянки, позначені кілочками, і проводили підрахунки як на початку вегетаційного періоду (після появи сходів), так і перед збиранням врожаю. Щоб отримати більш точні дані, ми повторили вимірювання тричі на двох різних ділянках.

Кількість і масу бульбочок та тривалість загального і активного симбіозу визначали за методикою Г.С.Посипанова [27].

Для визначення фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) рослин використовували методику, розроблену А.А. Ничипоровичем та його колегами. Розрахунок здійснювали на основі формул Кідда, Веста та Брігтса, які дозволяють оцінити інтенсивність фотосинтезу за певних умов[28].

Для точного визначення урожайності з кожної ділянки було здійснено повне збирання врожаю з наступним зважуванням. Паралельно з цим відбиралися середні зразки зібраного врожаю для проведення лабораторних аналізів. Під час аналізу визначалися такі показники, як вологість насіння та ступінь його засміченості різними домішками.

Сорт Сірелія – ранньостиглий:

- Вегетаційний період - 105 днів
- Урожайність 4,88 т\га
- Боби при визріванні не ростріскуються
- 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 [29]

Варіанти досліду:

1. Біологічний контроль (БК).
2. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19
3. ЕМ-препарат ВВСН код 49-59.
4. ЕМ-препарат ВВСН код 60-69
5. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19 + ЕМ-препарат ВВСН код 49-59
6. ЕМ-препарат ВВСН код 13-19 + код 49-59 + код 60-69

Характеристика етапів росту і розвитку сої [15]

ВВСН код 13 – 19 розвиток листя;

ВВСН код 49 – 59 закладання генеративних органів;

ВВСН код 60 – 69 цвітіння.

Посівна площа досліду – 10 га, облікова – 6га, дослідна ділянка – 0,5 га, повторення – дворазове.

На кожній дослідній ділянці проводили біометричні дослідження сої, що включали в себе визначення висоти рослин методом повторних вимірювань на вибірковій сукупності індивідів. Для оцінки урожайності застосовували метод суцільного збирання врожаю з подальшим аналізом зерна за такими показниками, як маса, вологість та маса 1000 насінин.

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		
5,9-6,5	3,1	11,9	89	102	27	3,81

Аналіз даних таблиці 2.1 свідчить про достатню забезпеченість ґрунту калієм, що є важливим елементом живлення, який підвищує стійкість рослин сої до хвороб та покращує їхню здатність утримувати вологу. Вміст фосфору на рівні 89 мг/кг сприяє активному розвитку кореневої системи рослин та прискорює процес їхнього дозрівання. Вміст азоту в ґрунті є помірним, що позитивно впливає на врожайність сої. Важливим показником родючості ґрунту є вміст гумусу, який становить 3,1%. Гумус не лише забезпечує буферність ґрунту, але й є джерелом різних поживних речовин для рослин.

У дослідях проводили наступні спостереження, обліки і аналізи:

- Вмісту азоту: за стандартною методикою, описаною в ДСТУ 7863:2015, було визначено загальну кількість азоту в ґрунті, що є важливим показником його родючості.
- Вмісту фосфору та калію: згідно з вимогами ДСТУ 4405:2005, було проведено аналіз на вміст цих макроелементів, необхідних для росту рослин[31].
- Гідролітичної кислотності: використовуючи ГОСТ 26212 -91 р, дослідники оцінили кислотність ґрунту, яка впливає на доступність поживних речовин для рослин[32].
- Вмісту гумусу: відповідно до ДСТУ -4289:2004, було визначено кількість органічної речовини в ґрунті, яка покращує його структуру та водоутримуючу здатність[33].
- Вмісту протеїну: за методикою ДСТУ 4964:2008 було визначено кількість білкових речовин, що є важливим показником родючості ґрунту[34].

- Вмісту жиру: використовуючи ІДЕМ -1085764, було проведено аналіз на вміст жирів, який може вказувати на наявність органічних добрив та біологічну активність ґрунту[35].

Спостереження за ростом і розвитком рослин сої здійснювали, строго дотримуючись протоколу, описаного в "Методиці державного сортовипробування сільськогосподарських культур", що передбачає регулярні фенологічні спостереження, біометричні виміри та оцінку різних агрономічних ознак[36]. Проводили детальне спостереження за основними етапами життєвого циклу сої, використовуючи міжнародно визнану шкалу розвитку рослин ВВСН[15].

Щоб визначити динаміку густоти рослин протягом вегетаційного періоду, підрахунки проводили на двох ключових етапах розвитку культури: на початку фази активного росту (макростадія 10-11), коли сім'ядолі повністю розгорнулися і листки досягли максимального розміру, та перед збиранням врожаю (макростадія 96), коли приблизно 60% листя пожовкло та опадало. Рослини були висіяні широкорядним способом з міжряддям 30 см. Погодні умови протягом вегетаційного періоду 2023-2024 років, які могли вплинути на ріст і розвиток рослин, характеризувалися певними гідротермічними показниками, детально наведеними 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

Аналіз даних з таблиці 2.2 свідчить про складні погодні умови протягом вегетаційного періоду. Хоча квітень був надмірно вологим, а травень –

достатньо зволженим, подальші місяці характеризувалися дефіцитом опадів. Зокрема, червень був відносно посушливим, липень і серпень виявилися періодами сильної посухи, а вересень – помірної посухи. Така нерівномірність у розподілі опадів, особливо інтенсивна посуха у липні та серпні, негативно вплинула на рівень урожайності. Порівняно з 2023 роком, коли урожайність становила 3,6 тонни, у 2024 році вона знизилася на 0,8 тонни, що підтверджує прямий зв'язок між посушливими умовами та зменшенням врожаю.

2.2. Особливості вирощування сої в дослідах

Щоб соя успішно розвивалася і давала високий урожай, дуже важливо, які культури росли на полі перед нею. Найкращі результати при вирощуванні цієї культури можна отримати, якщо перед нею на ділянці вирощували ярі зернові колосові культури, такі як ярий ячмінь, яра пшениця або овес. Ці рослини добре готують ґрунт для наступної культури, покращуючи його структуру та забезпечуючи достатню кількість поживних речовин. Також добрими попередниками є озимі зернові культури: озима пшениця, озимий ячмінь, озиме жито та озиме тритикале. Хоча вони трохи менш ефективні, ніж ярі зернові, все одно забезпечують достатньо сприятливі умови для вирощування основної культури. Кукурудза на зерно, картопля та цукровий буряк можуть бути задовільними попередниками, але їх використання може мати певні обмеження або вимагати додаткових агротехнічних заходів. Це пов'язано з особливостями кожної культури та її впливом на властивості ґрунту[1].

Включення сої в сівозміну – це ефективний спосіб покращити структуру полів та підвищити загальну врожайність. Завдяки здатності сої збагачувати ґрунт азотом, її чергування зі злаковими культурами (такими як кукурудза, ячмінь та пшениця) створює сприятливі умови для росту рослин. Це подібне до природних екосистем, де бобові та злакові рослини ростуть разом, взаємодіючи та підтримуючи одна одну. Досвід американських фермерів показує, що такі сівозміни можуть збільшити врожайність на цілих 40%. Особливо ефективним є чергування сої та кукурудзи, оскільки ці культури часто вирощують в одних і

тих же регіонах. Коли кукурудзу висівають після сої, її врожайність зростає на 5-8 тонн з гектара. Подібні результати спостерігаються і при вирощуванні ячменю та пшениці після сої: їх врожайність збільшується на 5-6 та 3-4 тонни з гектара відповідно. Це пояснюється тим, що соя залишає після себе родючий ґрунт, багатий на поживні речовини, що сприяє кращому росту наступних культур[2].

За законом плодозміни сівозміна має бути насиченою на 50 % зерновими колосовими, на 50 – бобовими.

Система обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах об'єднує в собі логічно послідовні й пов'язані ланки основного, передпосівного та післяпосівного обробітку під сою.

У короткотривалій сівозміні, де культури швидко змінюють одна одну, соя була розміщена після озимої пшениці. Такий порядок був складовою наступної ротації: багаторічні трави – озима пшениця – соя – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Науковці з Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН та Поліського національного університету довели, що сівозміни з короткою ротацією можуть суттєво збільшити врожайність ячменю та пшениці. За їхніми даними, такі сівозміни дозволяють отримувати додатково 4-6 центнерів ячменю та 2,5-4 центнери пшениці з гектара. Ці результати особливо цікаві для великих господарств, які прагнуть підвищити свою продуктивність[37].

Підготовка ґрунту під посіви сої – це комплекс заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин. Ефективний контроль над бур'янами є одним з ключових факторів успішного вирощування сої. Бур'яни конкурують з культурою за воду, поживні речовини і світло, що може значно знизити врожайність. Глибокий і розгалужений корінь сої забезпечує рослину водою та поживними речовинами, особливо в посушливі періоди. Обробка ґрунту повинна сприяти формуванню потужної кореневої системи [19].

Після збирання озимої пшениці для підготовки поля до наступної культури було проведено декілька агротехнічних заходів. Спочатку виконано дискування ґрунту з метою його розпушування та вирівнювання поверхні. Далі, з метою збагачення ґрунту органічною речовиною та покращення його структури, було висіяно редьку озиму в кількості 25 кілограмів на гектар. Коли редька досягла фази зеленої стиглості стручків, було проведене повторне дискування, а потім зяблева оранка на глибину 20-22 сантиметри. Такий глибокий обробіток сприяв знищенню бур'янів, перемішуванню ґрунтових шарів та накопиченню вологи. Перед посівом сої було виконано передпосівну культивуацію на глибину 3-4 сантиметри. Цей захід мав на меті остаточно знищити залишки бур'янів, вирівняти поверхню поля та створити оптимальні умови для загортання насіння сої на необхідну глибину. Такий підхід забезпечив рівномірне проростання насіння та сприяв швидкому розвитку молодих рослин.

Для підготовки ґрунту перед посівом сільськогосподарських культур найефективніше використовувати сучасні комбіновані агрегати, такі як УСМК-5,4Б, "Європак", "Смарагд" та "Рубін". Ці машини дозволяють одночасно виконувати кілька операцій, що значно прискорює процес і покращує якість обробки землі[38].

Хоча соя є бобовою культурою і здатна самостійно засвоювати значну кількість азоту з повітря за допомогою симбіотичних бактерій на коренях, вона все одно потребує додаткового живлення фосфором і калієм. Тобто, навіть маючи власний механізм забезпечення азотом, соя ефективніше росте і розвивається, якщо в ґрунт вносяться фосфорні та калійні добрива.

Потреба сої в поживних речовинах змінюється протягом її вегетаційного періоду. Найбільше поживних речовин рослина споживає в період цвітіння та формування бобів і насіння. Так, понад три чверті азоту і калію, а також половина фосфору соя засвоює саме в цей інтенсивний період росту. На початкових етапах розвитку (від сходів до цвітіння) рослина споживає значно менше поживних речовин[3].

Підживлення посівів сої здійснювали тричі за вегетаційний період: під час формування бутонів, коли рослини активно нарощували вегетативну масу, у фазі утворення зелених бобів, що є критичним періодом для забезпечення рослин фосфором і калієм, та під час наливання насіння, коли рослини потребували максимальної кількості поживних речовин для формування врожаю.

Сівбу сої проводили в оптимальні строки – на початку травня, коли температура ґрунту стабільно трималася на рівні 10-12°C. Підживлення ж здійснювали в ключові фази розвитку культури: під час бутонізації, утворення бобів і наливання насіння.

Для того, щоб забезпечити дружнє проростання насіння сої та отримати здорові, рівномірні сходи, захищені від хвороб, проводилася додаткова обробка. Насіння обробляли протруйником Максим XL 035 з розрахунку 1 літр на тону насіння, а також 0,5-1,0% розчином молібденовокислого амонію. Як показали дослідження Інституту кормів та сільського господарства Полісся НААН, така комплексна обробка дозволяє збільшити врожайність сої на 3-4 центнери з гектара[13].

Кількість насіння, яке висівали на один гектар поля, була досить гнучкою і залежала від багатьох факторів. В середньому, сіяли близько 600 тисяч схожих насінин на гектар. Однак, точна кількість могла змінюватися від 135 кілограмів на гектар і вище.

Насіння було засіяне на глибину 3-4 сантиметри, оскільки верхній шар ґрунту був достатньо зволожений. Для цього використовувалася сівалка точного висіву Клен-4,2, яка забезпечила рівномірний розподіл насіння на заданій глибині[38].

Щоб ефективно боротися з бур'янами, застосовували механічний метод обробки ґрунту – боронування. Цю процедуру проводили як до того, як бур'яни проростали (досходове боронування), так і після їх масової появи (післяходове боронування). Такий підхід дозволяв знищити значну частину молодих рослин бур'янів, перешкоджаючи їхньому подальшому росту і розвитку.



Рис. 1 Догляд за посівами сої

Розділ III.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування густоти стеблостою сої

Одним із важливих елементів формування структури врожаю являється густина рослин, яка залежить від польової схожості та збереження за період вегетації [39].

Доведено, що бульбочкові бактерії позитивно впливають на схожість бобових культур. Інокульоване насіння бобових культур забезпечує високу польову схожість – 83%. Урожайність польових культур залежить від багатьох елементів технології вирощування і, особливо, від оптимальної густоти рослин перед збиранням та формування елементів структури врожаю (утворення суцвіть, кількості бобів, зерен в бобах, маси 1000 шт. насіння). Від густоти рослин, площі листкової поверхні залежить коефіцієнт корисної дії фотосинтезу.

Формування густоти рослин залежно від застосування ЕМ-препарату наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Формування густоти стеблостою залежно від позакореневого підживлення сої ЕМ-препаратом (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Повні сходи, тис.шт./м ²	Польова схожість, %	Густина перед збиранням, тис.шт./м ²	Вживаність, %
1	Біологічний контроль (БК)	500	82	447	91
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	500	83	468	94
3	ЕМ, ВВСН 49-59	500	83	468	94
4	ЕМ, ВВСН 60-69	500	83	478	96
5	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59	500	83	488	98
6	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	500	83	478	96

Польова схожість насіння сої незалежно від варіантів досліджень була невисокою і коливається в межах 83%. Проведення позакореневого підживлення впродовж вегетаційного періоду росту і розвитку сої позитивно впливала на збереженість рослин. Оброблення рослин у фазі ВВСН код 13-19

(розвиток і формування листкової поверхні) виживаність рослин становила 91%. Одноразове оброблення сої ЕМ-препаратом на етапі 13-19 та 49-59 збереженість рослин збільшилася на 3% по відношенню до контрольного варіанту. Двократне позакореневе підживлення сої у фазі формування листя (13-19) та через 30 днів на етапі ВВСН 49-59 (закладання генеративних органів) до збирання залишилася 98%, що становить 488 тис.шт./га. Наступне підживлення у фазу цвітіння, в посушливий період, спостерігалось відмирання листкової маси що негативно впливало на опилення квіток, до збирання залишилося 96% рослин і кількість їх зменшилася на 10 тис.шт./га.

3.2. Симбіотична ефективність сої залежно від біопрепаратів

Фотосинтез, як основне джерело формування фітомаси рослин, у таких системах високо потужний фактор порівняно з природними угіддями. Агрофітоценозні процеси фотосинтезу виділяють у 1,5-2 рази більше кисню, навіть порівняно з лісовими угіддями.

Посів, як фотосинтезуюча система, її потужність характеризується біотичними, абіотичними та агротехнічними елементами технології вирощування. Можна виділити наступні фактори: площа листкової поверхні або індекс листкової поверхні; чиста продуктивність (ЧПФ); фотосинтетичний потенціал (ФПП); фотосинтетична продуктивність посіву (ФПП*ЧПФ); рівень поглинання фотосинтетичної радіації (ФАР), червоних і довго червоних променів, з довжиною хвиль 480-510 нм [1].

Для зернобобових культур і сої оптимальним показником площі листкової поверхні у період вегетації є 40-50 тис.м²/га.

Площу листкової поверхні визначали методом взяття висічок з листків. З 10 рослин відбирали 10-20 висічок, площа висічки становила 2 см². Висічки зважували на електронних вагах, обривали листя з проби рослин, взятої з площі 0,25 м² і визначали їх маси.

Таблиця 3.2

Фотосинтетичний потенціал сої залежно від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Площа листової поверхні, м ² /га		Фотосинтетичний потенціал млн. м ² днів/га	
		Цвітіння	Утворення бобів	Цвітіння	Утворення бобів
1	Біологічний контроль (БК)	35	38	1,8	1,9
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	41	40	2,1	2,1
3	ЕМ- препарат ВВСН 49-59	43	42	2,3	2,0
4	ЕМ - ВВСН 60-69	43	40	2,1	2,8
5	ЕМ - ВВСН: 13-19 + 49-59	44	45	2,2	3,0
6	ЕМ - ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	44	45	2,0	2,9

Площа листової поверхні у фазу ВВСН 49-59 – закладання генеративних органів і фазу цвітіння (ВВСН 60-69) – 43 тис.м²/га.

Відомо, що ЧПФ – це кількість сухої речовини, яка утворюється в результаті фотосинтезу на одиницю листової поверхні посіву за одиницю часу і цей показник визначається кількістю грам сухої речовини, яка утворюється на 1 м² листків за добу [1].

В результаті проведених польових досліджень встановлено, що позакореневе підживлення сої ЕМ-препаратом у фазу трійчастих листків, продуктивність фотосинтезу становила 2,93 г/м² за добу, наступне підживлення у фазу утворення бобів і цвітіння ЧПФ зростає на 0,29-0,67-1,93 г/м² за добу і коливається в межах 3,22-4,86 г/м² за добу.

Фотосинтетична активність і чиста продуктивність фотосинтезу безпосередньо пов'язана з розвитком бульбочкових бактерій, симбіотичним процесом фіксації атмосферного азоту (таблиця 3.3.)

Симбіотична ефективність сої залежно від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Кількість бульбочок, шт..	Маса бульбочок	
			на рослині, г.	кг/га
1	Біологічний контроль	24,4	0,34	115
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	27,3	0,36	133
3	ЕМ, ВВСН 49-59	33,1	0,39	144
4	ЕМ, ВВСН 60-69	34,3	0,42	148
5	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59	34,8	0,48	156
6	ЕМ, ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	34,8	0,48	158

Бульбочкові бактерії проникають через клітини корової паренхіми в коріння молодих рослин сої, де вони живуть і розмножуються. В перециклі починається поділ і проростання паренхімної тканини, яка виступає з покривною тканиною у вигляді виростів, що називаються бульбочками. В середині них знаходиться велика кількість бульбочкових бактерій, які мають власність фіксувати атмосферний азот, у форми, легкозасвоювані соєю, в наступному дефундуєчи його у бульбочки і ґрунт [3].

Перші бульбочки на її коренях з'являються протягом одного тижня після проростання, а через 10-14 днів вони вже можуть задовольняти рослини в азоті.

У фіксації азоту бульбочковими бактеріями і надходження його в рослину інтенсивно відбувається в фазі ВВСН 60-69, і формування бобів при температурі повітря 24-25 °С. «Схема біологізації азоту наступна ґрунт-насіння сої-інакуляція насіння расами бульбочкових бактерій → проникнення бактерій через кореневі волоски в середину коренів → поділ клітин і утворення бульбочок, фотосинтез в листках і забезпечення бактерій органічними сполуками, активізація ферментної системи азоту і водно-органічних сполук у реакції $N=HN=H_2N - NH_2 \rightarrow N_3H_3 \rightarrow$ використання рослинами для синтезу білка, жиру, вуглеводів, ферментів та інших сполук → перерозподіл їх лише органами рослин → переміщення їх у насіння → відмирання бульбочок → використання їх біологічного азоту наступними культурами [3].

За період проведення досліджень 2023-2024 рр. склалися несприятливі погодні умови, ГТК у період вегетації і, особливо, у фазу росту і розвитку ВВСН 49-59 та 60-69, показник коливалася в межах 0,5-0,8.

Залежність накопичення біологічного азоту від позакореневого підживлення ЕМ-препаратом наведена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Формування біологічного азоту залежно від строків проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Побічна продукція, т/га			Перерахунок на стандартну вологу, т/га	Формування азоту, кг/га		
		солома	стерньові та кореневі рештки	всього		побічна продукція	симбіотичний азот	всього
1	Біологічний контроль	3,0	1,99	4,99	4,19	50,3	115	165,3
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	3,6	2,50	6,10	5,12	61,4	133	194,4
3	ЕМ - ВВСН 49-59	3,6	2,50	6,10	5,12	61,4	144	205,4
4	ЕМ - ВВСН 60-69	4,0	3,90	7,90	6,60	79,2	148	227,4
5	ЕМ - ВВСН: 13-19 + 49-59	4,3	3,20	7,50	6,30	76,0	156	232,0
6	ЕМ - ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	4,7	3,60	8,30	7,00	84,0	158	242,0

За вегетаційний період урожайність надземної фітомаси (солома, пожнивні та кореневі рештки) становлять 4,99 т/га. Позакореневе підживлення сої ЕМ-препаратом у фазу ВВСН 13-19 та 49-59 сприяє приросту побічної продукції на 2,10-2,81 т/га (таблиця 3.4.).

Активний симбіоз кореневої системи сої і розвиток бульбочкових бактерій сприяє активному їх розвитку і накопичення атмосферного азоту. Якщо на контрольному варіанті надійшло 115 кг/га азоту, проведення позакореневого підживлення сої у фазі ВВСН 13-19 приріст його збільшується на 29,1 кг/га. Обробка рослин в період вегетації, критичні періоди поглинання елементів живлення, фази розвитку листкової поверхні, закладання генеративних органів та цвітіння накопичення біологічного азоту збільшується на 66,7-76,7 кг/га.

Несприятливі екстремальні умови вегетаційного періоду 2024 року негативно впливали на фотосинтетичну активність і засвоєння азоту атмосфери, фаза утворення і дозрівання бобів ВВСН 70-80.

Екстремальні погодні умови вегетаційного періоду 2024р. пригнічували розвиток корисної мікрофлори, яка входить до складу ЕМ-препаратів. Тому урожайність сої в посушливих умовах 2024 року була низькою і становила лише 2,3 т/га на ранніх варіантах проведення позакореневого підживлення. Приріст урожаю 0,4-0,8 т/га пояснюється проведенням позакореневого підживлення до фази цвітіння, тобто у фазу росту і розвитку листя та в період формування генеративних органів (червень) за достатньої зволоженості ґрунту і його оптимальної температури.

3.3. Продуктивність та технологічні показники якості сої

Результатами проведення досліджень встановлено, що в середньому за 2023-2024рр. приріст урожайності сої отримано за рахунок проведення позакореневого підживлення ЕМ-А препаратом і він становить 0,11-0,35-0,42-0,55-0,70 т/га, залежно від строків проведення позакореневого підживлення (таблиця 3.5.).

Таблиця 3.5

Урожайність сої залежно від ЕМ-препарату (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га				
		2023	2024	середня	приріст	%
1	Біологічний контроль	2,51	1,80	2,15	-	100
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	2,63	1,90	2,26	0,11	105
3	ЕМ- ВВСН 49-59	2,59	2,20	2,45	0,30	114
4	ЕМ- ВВСН 60-69	2,91	2,20	2,55	0,40	119
5	- ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59	3,10	2,30	2,70	0,52	126
6	ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	3,40	2,30	2,85	0,85	132
Середнє		2,86	2,12	2,49	0,35	119,1

Основною причиною ефективності ЕМ-препаратів є взаємодія різних груп мікроорганізмів, що входять до їх складу. Фотосинтезуючі бактерії, як

сонячні батареї, забезпечують енергією весь мікробний комплекс, синтезуючи органічні речовини. Молочнокислі бактерії, використовуючи ці речовини, створюють кисле середовище, яке пригнічує розвиток патогенних мікроорганізмів і шкідників, а також сприяє розкладанню складних органічних сполук, роблячи поживні речовини доступними для рослин.

Азотфіксуючі бактерії виконують незамінну роль у природному кругообігу азоту. Вони активізують інертний атмосферний азот, перетворюючи його на доступні для рослин азотні сполуки. Таким чином, бактерії збагачують ґрунт поживними речовинами, сприяючи підвищенню врожайності сільськогосподарських культур.

Дріжджі є справжніми біофабриками, які синтезують велику кількість біологічно активних речовин. Використовуючи амінокислоти та цукри, що виробляються фотосинтезуючими бактеріями і корінням рослин, дріжджі створюють сприятливе середовище для розвитку інших корисних мікроорганізмів.

Актиноміцети – це справжні захисники ґрунту. Вони продукують різноманітні антибіотики, які ефективно пригнічують ріст патогенних грибів та бактерій. Завдяки цій здатності актиноміцети сприяють збереженню здоров'я рослин і підвищенню стійкості екосистем до хвороб.

Гриби родів *Aspergillus* і *Penicillium* відіграють важливу роль у процесах розкладання органічної речовини. Вони активно розщеплюють складні органічні сполуки, перетворюючи їх на простіші, доступні для інших мікроорганізмів. Крім того, ці гриби продукують цінні речовини, такі як етиловий спирт, ефіри та антибіотики. Завдяки своїм властивостям, гриби цих родів сприяють збереженню родючості ґрунтів та захисту рослин від шкідників.

З даних таблиці 3.5. видно що в умовах 2023 року урожайність сої в цілому по досліді становила 3,4 т/га і була вищою порівняно з екстремальними умовами 2024 р. на 0,66 т/га. Проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом у фазу цвітіння сої сприяло приросту урожаю 0,59-0,89 т/га, в основному за рахунок розвитку бульбочкових бактерій, накопичення

симбіотичного азоту повітря і синтезу корисних речовин, що підвищують процеси фотосинтезу і поглинання теплової енергії ґрунту, синтезовані речовини містять у собі амінокислоти, біологічно активні речовини та цукри і сприяють росту і розвитку рослин сої. Бактерії виробляють молочну кислоту з органічних речовин. Молочна кислота є сильним стерилізатором, який пригнічує шкідливі мікроорганізми та прискорює їх розкладання.

Актиноміцети виробляють антибіотичні речовини, які уповільнюють ріст шкідливих грибів і бактерій. Ферментуючі гриби швидко розкладають органічні речовини, виробляють етиловий спирт, ефіри й антибіотики. Вони знищують шкідливі комахи та личинки.

Серед всіх сільськогосподарських культур соя є головною високобілковою культурою, вміст якого коливається в межах 38-42%. Соя друга культура за вмістом білка після люпину. Соева олія засвоюється на 98%. Соева олія містить всі чотири ізомери токофероса, що знижує ризики захворювання хворобою Альцгеймера і хворобою Паркінсона. Покращує функції печінки, серця і судин, сприяє розвитку функції пам'яті. Соева олія почала широко застосовуватись для виробництва біодизеля.

Соеві продукти застосовуються для лікування таких захворювань: онкологія, артеріальний тиск, остеопороз, серцево-судинні захворювання та інші хвороби [40].

Показники якості сої залежно від проведення позакореневого підживлення біологічним ЕМ-препаратом (таблиця 3.6.).

Таблиця 3.6

Показники якості сої залежно від ЕМ-препаратів (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Показники якості	Макростадії за класифікації Zadoks			
		ВВСН, коди			
		13-19	49-59	60-69	13-19 49-59 60-69
1	Вміст білка, %	35,01	35,22	36,61	36,43
2	Вміст олії, %	21,56	22,12	22,28	23,11
3	Волога, %	9,40	8,81	10,08	9,97

З даних таблиці 3.6. видно, що вміст білка і олії збільшується залежно від строків проведення позакореневого підживлення сої. Проведення підживлення у фазі формування фотосинтетичної листкової поверхні (код 13-19) вміст білка і олії відповідно становить 35,0 та 23,11%. Позакореневе підживлення у фазу закладання генеративних органів (код 49-59) і у фазу цвітіння (код 60-69) підвищується відповідно білку на 0,21-1,6%, а олії – 0,56-0,72-1,55%.

Валове виробництво білка становить 90 т/га, олії – 5,7 т/га.

РОЗДІЛ IV.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Коли ми говоримо про розрахунок економічної ефективності, ми маємо на увазі, що кожна гривня, інвестована у виробництво, приносить більше однієї гривні прибутку. Іншими словами, підприємство отримує більший дохід, ніж витрачає на виробництво продукції.

Чому це так важливо? Справа в тому, що зниження витрат на одиницю продукції дозволяє виробляти більше товарів і послуг за тією ж самою сумою грошей. А це означає, що продукція стає доступнішою для споживачів.

Збільшення виробництва, у свою чергу, веде до того, що підприємство може задовольнити потреби більшої кількості людей. Крім того, підвищення ефективності виробництва дозволяє збільшити прибуток підприємства і зробити його більш конкурентоспроможним.

Як результат, зростання прибутків сприяє подальшому розвитку виробництва, підвищенню заробітної плати працівників та покращенню їхніх соціальних умов. Тобто, економічна ефективність – це ключ до успіху як для окремого підприємства, так і для всієї економіки в цілому..

Ключовий показник ефективності підприємства – обсяг валової продукції. Це загальна кількість товарів або послуг, які підприємство виробило за певний період. Іншими словами, це загальний результат виробничої діяльності.

Валова продукція – це основа для розрахунку інших важливих фінансових показників:

Товарна продукція: це та частина валової продукції, яку підприємство продало. Тобто, це продукція, яка вже принесла певний дохід.

Валовий дохід: це сума грошей, яку підприємство отримало від продажу своєї продукції. Простіше кажучи, це виручка від реалізації товарів або послуг.

Важливо розуміти, що валовий дохід не дорівнює чистому прибутку, оскільки з нього необхідно відняти всі витрати на виробництво та реалізацію продукції.

Матеріальні витрати – це прямі витрати, пов'язані з виробництвом продукції. Вони включають у себе вартість спожитих матеріалів, таких як насіння, добрива, паливо, мастила, а також амортизаційні відрахування за використання техніки та обладнання. Ці витрати безпосередньо впливають на собівартість продукції і є важливою складовою загальних витрат підприємства.

Чистий дохід – це сума грошових коштів, яка залишається у підприємства після відшкодування всіх витрат, пов'язаних з виробництвом і реалізацією продукції. Іншими словами, це різниця між виручкою від продажу продукції та всіма витратами підприємства, включаючи собівартість, податки, оплату праці тощо. Чистий дохід відображає фінансовий результат діяльності підприємства за певний період.

Прибуток – це частина чистого доходу, яка залишається після сплати всіх податків і обов'язкових платежів. Це кінцевий фінансовий результат діяльності підприємства, який демонструє ефективність його роботи. Прибуток може бути використаний для розвитку підприємства, виплати дивідендів акціонерам, створення резервного фонду тощо.

Рентабельність – це показник ефективності використання капіталу, який вкладений у підприємство. Він показує, яка частина вкладених коштів повертається у вигляді прибутку. Рентабельність розраховується як відношення прибутку до витрат або до обсягу реалізованої продукції. Чим вищий показник рентабельності, тим ефективніше працює підприємство. Для цього визначають рентабельність (таблиця 4.1.).

Таблиця 4.1.

Розрахунки економічної ефективності сої залежно від проведення позакореневого підживлення ефективними мікроорганізмами (середнє за 2023-2024рр.)

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, грн..	Витрати на вирощування, грн..	Чистий прибуток, грн..	Рівень рентабельності, %
1	Біологічний контроль	2,15	43000	28000	15000	53,6
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	2,27	45400	28000	17400	62,1
3	ЕМ -ВВСН 49-59	2,40	48000	28000	20000	71,4
4	ЕМ-ВВСН 60-69	2,57	51400	28000	23400	83,6
5	ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59	2,85	57000	31000	26000	83,6
6	ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	3,00	60000	32000	56800	175,0

Урожайність сої в умовах недостатньої кількості опадів, особливо в червні і липні місяцях, фази закладання генеративних органів, цвітіння і розвитку плодів не сприяли виростити дійсно можливого врожаю за вологозабезпеченості.

Не має сумніву в тім, що вирощування сої є економічно вигідною культурою. Чистий прибуток від застосування ЕМ-технологій становить 23400-56800 гривень, а рівень рентабельності досягає 83,9-175 %.

Усі фактори, які впливають життя рослин, рівнозначні й незмінні, насичені енергією та підлягають енергетичному аналізу.

За допомогою енергетичних еквівалентів визначали рівень ефективності використання ефективних мікроорганізмів, ЕМ-технологія. Розраховали енергетичну оцінку врожаю та співвідношення його до кількості наповнюваної енергії, яка міститься у вирощеній продукції, тобто коефіцієнт енергетичної ефективності [41]. В нашому випадку коефіцієнт енергетичної ефективності коливається в межах 1,2-1,4, тобто відбувається раціональне використання непоновлюваної та поновлюваної енергії (таблиця 4.2.).

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

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Енергоємність урожаю	Витрати енергії на вирощування	Обмінна енергія	К _{еє}
1	Біологічний контроль	2,15	45150	39350	5800	1,1
2	ЕМ-препарат ВВСН код 13-19	2,27	47670	40570	7100	1,2
3	ЕМ- ВВСН 49-59	2,40	48500	41100	7400	1,2
4	ЕМ- ВВСН 60-69	2,57	50970	44170	6800	1,2
5	ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59	2,85	59850	43000	16850	1,4
6	ЕМ- ВВСН: 13-19 + 49-59 + 60-69	3,00	68000	48000	20000	1,4

Двократне проведення позакореневого підживлення, в перший період вегетації (ВВСН 13-19 – фаза розвитку листя та за фази 49-59 (закладання генеративних органів)) енергетично вигідні, економія енергії становить 48000 МДж, з К_{еє} – 1,4.

Висновки та пропозиції виробництву

В результаті проведення виробничих досліджень можна зробити наступні висновки :

1. Двократне позакореневе підживлення сої у фазі формування листя (13-19) та через 30 днів на етапі ВВСН 49-59 (закладання генеративних органів) до збирання залишилася 98%, що становить 488 тис.шт./га.

2. Проведення позакореневого підживлення ЕМ-препаратом в продовж вегетаційного періоду повертає в ґрунт 8,3 т органічної речовини, що еквівалентно 84 кг азоту.

3. Загальна кількість біологічного азоту на варіанті триразового підживлення сої ЕМ-препаратом забезпечує надходження 242 кг/га, частка симбіотичного азоту становить 158 кг/га.

4. В зоні Полісся України вирощування сої за ЕМ-технології забезпечує приріст урожаю 0,89 т/га при загальній врожайності 3,4 т/га.

5. Враховуючи врожайність сої, вміст білка і жиру, отримано чистий прибуток 12000 грн., а рівень рентабельності становить 175%.

Рекомендації виробництву

Сої – дарунок природи, що забезпечує отримання високоякісної продукції і надходження 12000 грн. чистого прибутку за нової, перспективної ЕМ-технології вирощування.

Впровадження нової ЕМ-технології, яка передбачає триразове позакореневе підживлення і отримання урожаю зерна 3,4 т/га при найменших економічних витратах.

Список використаних джерел

1. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України : моногр. Видавець О.О.Євенюк. Житомир, 2020. 148 с.
2. Соя – культура унікальних можливостей. / Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., та ін. // Пропозиція. Юнівест Медіа, 2016. 224 с.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої : моногр. Київ, «Урожай». 1993. 428 с.
4. Сингх Турикбал. Соя: биология, производство, использование. Киев, издательство дом «Зерно», 2014. 656 с.
5. Фіненко І.І.; наук. ред. Білявська Л.Г. Соя – стратегічна культура світового землеробства :бібліогр. Покажч. Полтава : ПДАА, 2017. 100 с.
6. Бабич А.А., Бабич-Побережна А.О. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52-56.
7. А.А. Бабич-Побережна, М.С.Побережний. Соя і соєві продукти на світовому ринку. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. зб. Ін-т рослинництва ім. В.Я.Юр'єва НААН. Київ: ФОП Конюшенко І.П., 2013. С. 101–104.
8. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин / Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Каленська С.М., Єрмакова Л.М. Вінниця, 2013. 724 с.
9. Дідора В.Г., Ключевич М.М. Технічні культури: підручник. Житомир. 2024. 462 с.
10. <https://superagronom.com/nasinnya-soya/rzht-sireliya-id20585>
11. Гордійчук Н. Збільшуйте рентабельність сої з інокулянтами / Пропозиція. 2015. № 3. С. 68–69.
12. Бабич А.О., Молдован В.Г., Молдован Ж.А. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу. Корми і кормовиробництво. 2011. Вип. 69. С. 108–112.
13. Оптимізація основних елементів технології вирощування сої: навч.посібн./За редакції доктора с.-г. наук, професора, академіка НААН В.В.Кириченка. Харків, 2019. 398 с.

14. Дідора В.Г., Ступницька О.С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України / Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 33-37.
15. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. / Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Вінниця, 2015. 413 с.
16. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. Наукові Горизонти. 2018. № 1 (64). С 23-29.
17. Дідора В.Г. Бондар О.Є., Власюк М.В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. Наукові Горизонти. 2019. № 1 (74). С 33-43.
18. Дідора В.Г. Фактори підвищення родючості за визначення елементів технології вирощування сої. / Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53). С. 132-140.
19. Новітні агротехнології у рослинництві: підруч. / В.А.Мазур, В.Д.Паламарчук, І.С.Поліщук, О.Д.Паламарчук. Вінниця, 2017. 587 с.
20. Колісник С.І. Основні технологічні прийоми вирощування сої на насіння / Корми і кормовиробництво / Виробництво та використання сої у тваринництві та птаховиробництві / Міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2012. С. 41-48.
21. Бобові / Запрошуй та зростай . ТОВ. «БАСФ» Т.О.В. Київ, 2021. 81 с.
22. Іванюк С.В. Формування сортових ресурсів сої відповідно до біокліматичного потенціалу регіону вирощування. Корми і кормовиробництво. Вінниця, 2012. Вип. 71. С. 34-40.
23. <https://quantum.ua/ua/statti/osoblivosti-efektivnogo-pozakorenevogo-pidzivilennya-soyi-na-praktici>
24. Агроєкологічні особливості вирощування сої. //Овчарук О.В., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Каленська С.М. Інноваційні технології в рослинництві. || Наукова інтернет-конференція (15 травня 2018 р.). С. 134-136

25. Продуктивність і якість насіння сої за різних умов азотного живлення/Головатюк С.О. та інш. Вісник аграрної науки, 2008. №1. С. 17-20.
26. Вплив елементів органічної технології вирощування на продуктивність сої/Дідора В.Г. та ін. Наукові горизонти, 2018. №7-8 (70). С. 36-41.
27. Посипанов Г.С. Методика вивчення біологічної фіксації азоту. М; 1999. 299 с.
28. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.П. – М.: 1961. 132 с.
29. <https://superagronom.com/nasinnya-soya/rzht-sireliya-id20585>
30. Вміст азоту ДСТУ 7863:2015.
31. Вміст фосфору і калію – ДСТУ 4405:2005
32. Гідролітична кислотність – ГОСТ 26212-91.
33. Вміст гумусу ДСТУ – 4289:2004.
34. Вміст протеїну ДСТУ – 4964:2003.
35. Вміст жиру – ІДЕМ – 1085764.
36. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред. В.В.Волкодава. К., 2001. В. 11. 81с.
37. Didora V., Kluchevych M. Soybean productivity depending on the elements of organic cultivation technology in the short-term crop rotation of Ukrainian Polissia. Scientific Horizons, 2021, Vol. 24, No. 2. P. 77 – 84.
38. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Новітні технології вирощування польових культур: підручник.- 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.
39. Ижик Н.К. Полевая схожесть семян/биология, экология, агротехника. Издательство «Урожай», Киев, 1976. 197 с.
40. Фадеев Л.В. Соя-культура XXI столетия. Харьков, 2019. 431 с.
41. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ, «Урожай», 1988. 204 с.