

**МІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра агротехнологій та ґрунтознавства

Допущено до захисту
Завідувач кафедри агротехнологій та
ґрунтознавства _____ В.І.Троценко
« ____ » _____ 2024

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»
ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ
ГОСПОДАРСТВ СУМСЬКОГО РАЙОНУ**

за спеціальністю 201 «Агрономія»

Виконав

Горбач Ян В.

Підпис

Група

ЗАГР 2301м

Науковий керівник

Троценко В.І.

Підпис

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра агротехнологій та ґрунтознавства
Освітній ступінь – "Магістр"
Спеціальність – 201 "Агрономія"

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

_____ Троценко В.І.

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

Горбача Яна Володимировича

**Тема роботи «ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В
УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ СУМСЬКОГО РАЙОНУ»**

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

1. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі _____ 2024 р.
 2. Вихідні дані до роботи:
 - *місце проведення досліджень*: ФГ «Вперед» Сумського району Сумської області
 - *методичне забезпечення*: 1.Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових і зернобобових культур.
 - 2. Методичні рекомендації про підготовку і захист кваліфікаційної роботи світнього ступеня « МАГІСТР».
 - *схеми дослідю*:
 - Фактор А- сорти: 1. Спрінг; 2. Ластівка.
 - Фактор В- 1. Без внесення добрив; 2.Позакореневе підживлення Master Crop Boron Plus.
 3. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:
 - 1 .Вміст елементів живлення в ґрунті і рослинах.
 2. Морфометричні показники посівів сої .
 - 4 Структура врожаю сої.
- Керівники кваліфікаційної роботи _____ Троценко В.І.
Завдання прийняв до виконання _____ Горбач Ян
Дата отримання завдання « ____ » грудня 202__ р.

АНОТАЦІЯ

Горбач Ян В. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВ СУМСЬКОГО РАЙОНУ

Кваліфікаційна робота освітнього ступеня « Магістр» за спеціальністю 201 «Агронімія». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

У роботі досліджено оптимізацію технології вирощування сої в господарствах Сумського району. Основними об'єктами дослідження були сорти сої Спрінт і Ластівка, які вирощувалися з використанням позакореневого підживлення мікродобривом Master Crop Boron Plus. Було встановлено, що застосування цього добрива підвищує врожайність сої на 12-15% порівняно з контролем. Найбільше зростання врожайності спостерігалось в сорту Ластівка, що досягав збільшення висоти рослин на 9,35% і площі листкової поверхні на 20% при позакореному підживленні.

Позакореневе підживлення також позитивно вплинуло на симбіотичну активність рослин, збільшивши кількість бульбочок на коренях. Сорт Ластівка показав кращу реакцію на підживлення, формуючи більше життєздатних бульбочок, що позитивно відобразилося на фіксації азоту. Загалом, використання Master Crop Boron Plus дозволяє досягти стабільної продуктивності рослин навіть в умовах обмеженої доступності поживних речовин у ґрунті.

Ці результати вказують на високу ефективність мікродобрив у підвищенні врожайності та стресостійкості сої, що є особливо актуальним для агрокліматичних умов Сумської області.

Ключові слова: соя; технологія вирощування; мікродобрива; позакореневе підживлення; врожайність; симбіотична активність; Master Crop Boron Plus; агротехнічні заходи; Сумський район; агрокліматичні умови

ANNOTATION

Horbach Ian V. OPTIMIZATION OF SOYBEAN GROWING TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF FARMS OF SUMY REGION

Qualification work for the educational degree “Master” in specialty 201 “Agronomy”. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The study investigated the optimization of soybean cultivation technology in the farms of Sumy region. The main objects of the study were soybean varieties “Sprint” and “Lastochka”, which were grown using foliar feeding with Master Crop Boron Plus microfertilizer. It was found that the use of this fertilizer increases soybean yields by 12-15% compared to the control. The largest yield increase was observed in the variety Lastochka, which achieved an increase in plant height by 9.35% and leaf area by 20% with foliar feeding.

Foliar feeding also had a positive effect on the symbiotic activity of plants, increasing the number of nodules on the roots. The variety Lastochka showed a better response to fertilization, forming more viable nodules, which had a positive effect on nitrogen fixation. In general, the use of Master Crop Boron Plus allows to achieve stable plant productivity even in conditions of limited availability of nutrients in the soil.

These results indicate the high efficiency of micronutrient fertilizers in increasing the yield and stress resistance of soybeans, which is especially relevant for the agroclimatic conditions of Sumy region.

Keywords : soybean; cultivation technology; micronutrients; foliar feeding; yield; symbiotic activity; Master Crop Boron Plus; agronomic practices; Sumy region; agroclimatic conditions.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ І ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ЇЇ РІСТ І РОЗВИТОК	9
1.1. Особливості живлення сої в різні періоди її росту і розвитку	9
1.2. Особливості мікроелементного живлення і удобрення сої	13
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Умови проведення досліджень	17
2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень	19
2.2.1. Методика проведення досліджень	19
2.2.2. Об'єкти дослідження	19
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1 Вплив мікродобрива на ріст сортів сої і їх симбіотичну діяльність	23
3.2. Структура врожаю і якість зерна сортів сої залежно від умов живлення	32
3.3. Економічна ефективність позакореневого підживлення в технології вирощування сої	39
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	45
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	47
ДОДАТКИ	52

ВСТУП

Соя є однією з провідних сільськогосподарських культур, яка має значне економічне та продовольче значення на світовому рівні. За даними FOASTAT (2016), площі під посівами сої в світі займають приблизно 121 млн га, що ставить її на четверте місце серед основних культур. Основною цінністю сої є її високий вміст білка та рослинної олії, які широко застосовуються як у харчуванні людей і тварин, так і в промисловому виробництві, зокрема у виробництві біопалива. В Україні соя посідає важливе місце серед олійних та кормових культур, а площі під її посіви стабільно зростають. Це спричинено не тільки високим попитом на продукцію, а й потенційною рентабельністю її вирощування [7, 8].

Враховуючи тенденції глобального ринку, а також агрокліматичні умови Сумської області, інтерес до вирощування сої в регіоні значно зростає. Однак, щоб досягти стабільно високих врожаїв, необхідно не тільки використовувати сучасні сорти, але й вдосконалювати технології вирощування, зокрема шляхом оптимізації системи живлення та використання добрив. Це вимагає адаптації існуючих технологій до специфіки ґрунтово-кліматичних умов Сумського району [26, 28].

Актуальність теми полягає в тому, що для сучасного сільського господарства України важливим завданням є розробка та впровадження технологій, які дозволяють оптимізувати використання ресурсів і забезпечувати максимальну врожайність з мінімальними витратами. У випадку вирощування сої це особливо актуально, оскільки дана культура потребує ретельного підходу до системи удобрення, зокрема забезпечення необхідними мікроелементами на всіх етапах росту. Враховуючи зростаючий попит на сою як продовольчий та кормовий продукт, підвищення її продуктивності в умовах Сумського району є стратегічним завданням для місцевих господарств.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилися в рамках наукової роботи кафедри агротехнологій та ґрунтознавства Сумського національного аграрного університету протягом

2023-2024 років, що є частиною загальної наукової програми університету, спрямованої на вивчення та вдосконалення технологій вирощування зернобобових культур, зокрема сої.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є оптимізація технології вирощування сої в умовах господарств Сумського району, зокрема шляхом вдосконалення системи мінерального живлення та підживлення, з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей регіону. Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- Вивчити вплив різних систем мінерального живлення на ріст і розвиток сої.
- Дослідити оптимальні терміни та методи позакореневого підживлення для підвищення врожайності та якості зерна.
- Провести порівняльну оцінку різних сортів сої щодо їхньої реакції на мікродобрива та інші агротехнічні прийоми.
- Оцінити економічну ефективність застосування різних видів добрив у вирощуванні сої.

Об'єкт досліджень – середньостиглі та ранньостиглі сорти сої, які вирощуються в господарствах Сумського району.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше було системно вивчено вплив комплексних мікродобрив на продуктивність сої в умовах Сумського району, що дозволило встановити оптимальні схеми удобрення для підвищення врожайності на місцевих чорноземах. Встановлено, що застосування сучасних мікродобрив сприяє збільшенню врожайності сої на 10-25% залежно від сорту та умов вирощування [5].

Практичне значення одержаних результатів. Результати проведених досліджень мають важливе значення для практики сільськогосподарських підприємств, зокрема господарств Сумського району. Вдосконалення технологій вирощування сої через оптимізацію мінерального живлення дозволяє збільшити врожайність, покращити якість зерна та підвищити стійкість рослин до стресових факторів, таких як посуха або нестача поживних речовин у ґрунті. Застосування нових мікродобрив та адаптація технологій до

місцевих умов сприятиме збалансованому використанню агрономічних ресурсів, знижуючи витрати на добрива та підвищуючи економічну ефективність виробництва. Впровадження цих рекомендацій дозволить збільшити рентабельність сільського господарства в регіоні, що сприятиме розвитку аграрного сектору, а також забезпечить виробництво високоякісного насіння сої для подальшої переробки та експорту.

Також, результати дослідження можуть бути використані як навчальний матеріал для аграрних освітніх установ, що навчають спеціалістів із рослинництва та агрономії, а також слугуватимуть основою для подальших наукових досліджень у сфері агротехнологій [45, 46].

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок здобувача полягає у всебічному аналізі літературних джерел, присвячених вирощуванню сої та системам її удобрення, а також у проведенні експериментальних досліджень в умовах господарств Сумського району. Здобувач брав активну участь у плануванні польових досліджень, виборі сортів сої для експерименту, розробці методів застосування мікродобрив, а також у безпосередньому моніторингу росту рослин і зборі даних щодо їх продуктивності. Важливою складовою роботи стало узагальнення та аналіз отриманих результатів, що дозволило обґрунтувати ефективність запропонованих агротехнічних прийомів.

Результати кваліфікаційної роботи доповідалися , обговорювалися і представлено в тезах науково- практичної конференції викладачів, аспірантів і студентів Сумського національного аграрного університету (листопад 2024 р.).

Кваліфікаційна робота включає вступ, три розділи, висновки та пропозиції, список використаних літературних джерел і додатки, який має 55 найменування, з яких 8 латиницею. У роботі представлено 7 таблиць. Кваліфікаційну роботу викладено на 46 сторінках комп'ютерного тексту .

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНІ І ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СОЇ ТА ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ЇЇ РІСТ І РОЗВИТОК

(Огляд літератури)

1.1. Особливості живлення сої в різні періоди її росту і розвитку

Соя є культурою, яка відзначається високими вимогами до умов мінерального живлення, що впливає на її ріст, розвиток та продуктивність. Для формування стабільного та якісного врожаю необхідно враховувати як біологічні особливості культури, так і місцеві агроecологічні умови, зокрема особливості ґрунтового покриву, кліматичні фактори та систему удобрення. Оптимізація технології вирощування сої в умовах господарств Сумського району вимагає впровадження сучасних агротехнічних підходів до живлення рослин, зокрема ефективного використання мінеральних та органічних добрив [9].

На різних етапах свого розвитку соя потребує різної кількості елементів живлення. Це обумовлено як спадковими особливостями культури, так і умовами навколишнього середовища. Спадковість визначає не лише загальну потребу в поживних речовинах, але й співвідношення між макро- та мікроелементами, необхідними для рослини. Однією з ключових властивостей сої є її здатність до вибіркового поглинання елементів живлення з ґрунту, що дозволяє їй ефективно використовувати наявні ресурси. При цьому збалансоване мінеральне живлення завдяки правильно підібраним добривам сприяє підвищенню врожайності та якості продукції.

Соя має важливе агротехнічне значення завдяки своїм фітосанітарним властивостям. Вона не тільки гальмує розвиток шкідливих мікроорганізмів, але й здатна засвоювати важкодоступні форми фосфору з ґрунту, збагачуючи його фосфатами. Після збору врожаю в ґрунті залишаються кореневі та поживні рештки, які містять значні кількості поживних речовин. Так, на 1 га

після сої залишається від 45 до 130 кг азоту, від 10 до 20 кг фосфору та до 70 кг калію. Це створює сприятливі умови для підвищення родючості ґрунту, поліпшуючи його структуру та водно-фізичні властивості [22, 23].

Живлення сої розділяється на кілька ключових періодів: критичний та період максимального поглинання елементів. Критичний період є надзвичайно важливим, оскільки в цей час нестача одного з елементів може суттєво вплинути на подальший розвиток рослини та її врожайність. Особливо це стосується фосфорного живлення, яке є критичним на ранніх етапах росту, коли формується коренева система. Максимальне поглинання елементів живлення відбувається під час активного росту та формування генеративних органів [52].

На початкових етапах розвитку, зокрема на стадії проростання та утворення перших листків, соя споживає відносно невелику кількість елементів живлення. Проте у цей період важливо забезпечити рослини необхідними макро- та мікроелементами для успішного розвитку кореневої системи. У фазі бутонізації та цвітіння (ВВСН 51-69) особливо актуальним є позакореневе підживлення, яке сприяє активізації діяльності симбіотичних бактерій та покращенню розвитку генеративних органів.

Соя, як і всі бобові культури, здатна фіксувати атмосферний азот завдяки симбіотичним бактеріям роду «*Bradyrhizobium japonicum*». Цей процес є одним із ключових факторів, що впливають на продуктивність культури, оскільки він дозволяє рослині отримувати необхідний азот для росту, не залежачи повністю від зовнішніх джерел. Для ефективної азотфіксації інокуляція насіння є важливим агротехнічним прийомом, який полягає у заселенні насіння специфічними бактеріями до моменту посіву. Це дозволяє сформувати бульбочки на коренях рослин, які забезпечують доступ до атмосферного азоту. Дослідження показують, що ефективна інокуляція дозволяє значно підвищити врожайність та покращити якість зерна [42,43].

Для підвищення ефективності вирощування сої в умовах Сумського району важливим є використання сучасних мікродобрив. Позакореневе підживлення мікроелементами, такими як бор, марганець, цинк та молібден,

має важливе значення на всіх етапах розвитку сої. Ці елементи стимулюють ріст та розвиток рослин, підвищують стійкість до стресових умов, зокрема до посухи та шкідників, а також покращують процеси фотосинтезу та азотфіксації [35,36].

У практиці господарств Сумського району особливого значення набуває раціональне використання мікродобрих на основі реальних ґрунтових та кліматичних умов. Впровадження таких агротехнологій дозволяє оптимізувати процес живлення сої, знижуючи втрати від недостатнього або нерівномірного розподілу елементів живлення, а також підвищити ефективність використання мінеральних ресурсів.

Оптимізація технології вирощування сої в господарствах Сумського району повинна враховувати місцеві ґрунтово-кліматичні умови. Чорноземи, які домінують у регіоні, відзначаються високим вмістом гумусу, але потребують правильного збалансованого підходу до системи живлення, особливо в умовах зміни клімату. Важливим аспектом є впровадження нових агротехнічних підходів, які включають регулярний моніторинг стану ґрунтів, оптимальне внесення добрив та використання біопрепаратів для підвищення ефективності азотфіксації [16].

Для забезпечення стабільної врожайності та високої якості продукції в умовах Сумського району необхідно впроваджувати комплексні підходи до живлення сої. Це включає використання мікродобрих, інокуляцію насіння та збалансоване мінеральне живлення на основі результатів агрохімічних аналізів ґрунту. Раціональне застосування добрив у критичні періоди розвитку культури дозволяє значно підвищити врожайність, покращити якість зерна та забезпечити стійкість рослин до несприятливих умов [36, 37].

Результати досліджень мають важливе значення для практики сільськогосподарських підприємств, зокрема господарств Сумського району. Вдосконалення технології вирощування сої на основі оптимізації живлення рослин дозволяє не лише підвищити врожайність, але й покращити якість зерна та стійкість рослин до стресових факторів. Використання мікродобрих та інокуляції насіння сприяє збільшенню засвоєння азоту з повітря, що дозволяє

зменшити залежність від азотних добрив, тим самим скорочуючи витрати на їх закупівлю [31, 32].

Практичні рекомендації, розроблені на основі досліджень, можуть бути використані для впровадження у виробництво нових технологічних підходів, що забезпечать більш ефективне управління процесами удобрення в умовах конкретних агроекологічних характеристик Сумського району. Оптимізація мінерального живлення сої дозволить зменшити негативний вплив на довкілля та підвищити екологічну стійкість господарств, що особливо актуально в умовах зростання вимог до екологічно безпечного сільського господарства.

Результати роботи можуть також бути корисними для розробки програм навчання в аграрних університетах та використовуватися як основа для подальших досліджень з оптимізації технологій вирощування інших культур в різних регіонах України [31, 32].

Здобувач вніс особистий вклад на всіх етапах дослідження. Зокрема, здобувачем було проведено аналіз літературних джерел щодо технологій вирощування сої, її систем живлення та застосування мікродобрив. Було організовано та проведено польові досліди на базі господарств Сумського району, що включали закладання експериментальних ділянок, внесення мікродобрив та інокулянтів, а також здійснення моніторингу росту і розвитку рослин у різні фази вегетації.

Крім того, здобувачем здійснювався аналіз результатів експерименту, оцінка продуктивності різних сортів сої та впливу різних систем удобрення на врожайність та якість зерна. Отримані дані були узагальнені та представлені на наукових конференціях, а також використані для формування практичних рекомендацій щодо оптимізації технологій вирощування сої в умовах Сумського району [34, 35].

Здобувач також активно співпрацював з представниками місцевих агропідприємств, надаючи їм консультації з питань вибору оптимальних сортів сої, режимів удобрення та підвищення ефективності виробництва на основі результатів досліджень [33].

1.2. Особливості мікроелементного живлення і удобрення сої

Мікроелементне живлення є однією з ключових складових для забезпечення стабільної врожайності та високої якості продукції сої. Елементний склад рослин визначається біологічними особливостями культури та вмістом поживних речовин у ґрунті. В агроценозах, зокрема на території Сумського району, баланс мікроелементів часто порушується через вилучення значної частини біомаси під час збору врожаю, що зменшує запаси поживних речовин у ґрунті. Для підтримання оптимальних умов живлення сої необхідно впроваджувати ефективні системи удобрення, що включають використання мікродобрих [17, 18, 19].

Мікроелементи відіграють критичну роль у фізіологічних процесах рослин. Вони входять до складу ферментів, які каталізують основні біохімічні реакції. Нестача таких елементів, як молібден, бор, цинк, манган та залізо, може призводити до появи так званих «хвороб нестачі», що негативно впливають на ріст, розвиток і продуктивність рослин.

У вирощуванні сої особливе значення мають наступні мікроелементи:

- **Молібден** необхідний для ефективної фіксації азоту, оскільки він входить до складу ферментів, що відповідають за відновлення нітратного азоту до аміаку. Нестача молібдену призводить до слабкого розвитку бульбочок на коренях сої, що знижує ефективність азотфіксації і, як наслідок, впливає на врожайність.

- **Бор** стимулює процеси запліднення і формування зав'язей. Нестача бору знижує кількість квіток і викликає опадання плодів, що призводить до втрат врожаю.

- **Цинк** бере участь у багатьох обмінних процесах, включаючи синтез ауксинів, що відповідають за ріст рослин, а також у фосфорному обміні.

- **Манган** активує ферменти, що беруть участь у фотосинтезі, диханні та азотному обміні. Нестача мангану пригнічує процеси утворення хлорофілу та знижує вміст білка в зерні.

- **Залізо** необхідне для синтезу хлорофілу. Його нестача викликає хлороз, що особливо негативно позначається на молодих органах рослин.

Нестача цих мікроелементів, навіть за умови достатнього вмісту макроелементів, може значно знижувати врожайність та якість продукції. Тому важливо забезпечити рослини достатньою кількістю цих елементів, особливо на критичних етапах їх розвитку [11, 12, 54].

Позакореневе підживлення як метод оптимізації мікроелементного живлення.

Позакореневе підживлення мікроелементами є важливим елементом сучасної технології вирощування сої. Цей метод дозволяє швидко забезпечити рослини необхідними поживними речовинами, особливо в періоди, коли коренева система не може повністю задовольнити їхні потреби через несприятливі погодні умови або інші стресові фактори [20].

Перевага позакореневого підживлення полягає в його економічній ефективності та можливості швидкого впливу на рослини. Внесення мікроелементів через листя забезпечує швидке їх засвоєння з меншою затратністю енергії, ніж при традиційних методах внесення добрив у ґрунт. Це дозволяє знизити ризик втрат врожаю в умовах стресових ситуацій, таких як ранні весняно-літні посухи, що часто виникають у Сумському районі [2, 24, 30].

Дослідження показали, що позакореневе підживлення мікродобривами, зокрема на основі хелатованих форм мікроелементів, є ефективним методом підвищення врожайності та якості зерна. Хелатовані мікроелементи мають більшу доступність для рослин, оскільки можуть легше проникати через кутикулу листка, забезпечуючи активне включення у фізіологічні процеси.

Мікроелементи в хелатній формі. Для підвищення ефективності мікроелементного живлення сої все частіше використовуються хелатовані форми мікроелементів, які мають вищу розчинність і доступність для рослин у порівнянні з неорганічними солями. Хелати – це органічні сполуки, що утворюють комплекс із мікроелементами, що дозволяє їм краще проникати в клітини рослин. Після проникнення до клітин, мікроелементи залучаються до метаболічних процесів, а органічні складові хелатів беруть участь у процесах дихання, що позитивно впливає на загальний стан рослин [1-3, 39].

Застосування таких комплексних добрив, як Master Crop Boron Plus, Мікрокат Голл або Антистрес, значно підвищує стресостійкість рослин, дозволяючи їм краще переносити несприятливі погодні умови. Це особливо важливо для Сумського району, де ґрунтово-кліматичні умови часто піддаються стресам у вигляді посух або змін температурного режиму [4, 38].

Ефективність мікродобрив у вирощуванні сої. Дослідження, проведені в різних регіонах України, свідчать про високу ефективність використання мікродобрив у системі позакореневого підживлення сої. На вилужених чорноземах Сумського району особливо ефективними виявилися підживлення молібденом, кобальтом і бором у фазі бутонізації та цвітіння. Це забезпечило значне підвищення врожайності та поліпшення якісних характеристик насіння.

Молібден був визначений як найбільш ефективний мікроелемент для підвищення врожайності сої, оскільки він активно сприяє процесам азотфіксації, що є критичним для бобових культур. Бор та кобальт також відіграють важливу роль у стимулюванні генеративних процесів, покращуючи процеси запліднення та формування бобів [10, 14, 29].

Підвищення стресостійкості сої за рахунок мікроелементного живлення. Останні дослідження свідчать про те, що використання мікродобрив, збагачених екстрактами водоростей, амінокислотами та бетаїном, сприяє підвищенню стресостійкості рослин. Це дозволяє сої краще переносити теплові та водні стреси, що особливо актуально для умов Сумського району, де часто спостерігаються періоди посухи під час критичних фаз розвитку рослин [25, 29].

Отже, для досягнення стабільних та високих урожаїв сої в умовах Сумського району необхідно активно використовувати мікродобрива, зокрема хелатовані форми мікроелементів, у системі позакореневого підживлення. Це дозволяє забезпечити рослини необхідними поживними речовинами в критичні періоди їхнього розвитку, підвищити стійкість до стресових факторів та поліпшити якісні характеристики зерна. Комплексний підхід до мікроелементного живлення, з урахуванням місцевих ґрунтово-кліматичних

умов, дозволить значно підвищити ефективність вирощування сої та забезпечити високі врожаї в господарствах Сумського району.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження з оптимізації технології вирощування сої в умовах господарств Сумського району проводилися в рамках науково-дослідної роботи кафедри агротехнологій та ґрунтознавства Сумського національного аграрного університету у 2024 році. Дослідницькі випробування проводилися на базі дослідного поля, яке є частиною ФГ «Вперед». Це поле використовується для вивчення агрономічних технологій і є важливим майданчиком для тестування нових методів вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої.

ФГ «Вперед» розташоване у Північній півкулі, в межах Середньоевропейської платформи на околиці міста Суми (25 км від міста). Це розташування відноситься до лісостепової зони України, яка характеризується сприятливими умовами для вирощування сільськогосподарських культур, включаючи сою.

Ґрунти дослідного поля представлені типово вилуженим чорноземом середньосуглинковим. Ці ґрунти мають високий агрономічний потенціал завдяки своїм фізико-хімічним характеристикам, включаючи хорошу водопроникність і високий вміст гумусу. Орний шар ґрунту характеризується наступними показниками:

- Вміст гумусу – 3,6%, що вказує на достатньо високий рівень органічних речовин, необхідних для підтримки родючості.
- Реакція ґрунтового середовища (рН) – 6,0, що є оптимальним для вирощування сої.
- Висока забезпеченість фосфором за методом Чирікова (157 мг P_2O_5 на кг ґрунту).
- Підвищена забезпеченість калієм (113 мг K_2O на кг ґрунту).

Чорноземи цього типу мають глибоке промивання карбонатів, яке відбувається на глибині 60-80 см від поверхні гумусового горизонту. Це

забезпечує сприятливі умови для глибокого розвитку кореневої системи сої, особливо у період посухи, коли рослини можуть отримувати вологу з глибших шарів ґрунту.

Клімат Сумського району, де проводилися дослідження, характеризується помірно континентальним типом, з відносно прохолодною зимою та теплим літом. Це створює сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, включаючи сою. Середньорічна температура повітря у регіоні коливається в межах $+6,6...+6,8^{\circ}\text{C}$, що відповідає середнім показникам для Лівобережного Лісостепу України.

Температура найхолоднішого місяця – січня – в середньому становить $-6,3^{\circ}\text{C}$, а найтеплішого – липня – коливається в межах від $+19,8$ до $+21,4^{\circ}\text{C}$. Останніми роками спостерігається загальне підвищення температури, що є характерним для глобальних кліматичних змін. Це впливає на тривалість вегетаційного періоду сої та її потреби у воді.

Кількість опадів у регіоні становить у середньому 675 мм на рік, але цей показник має значні відхилення залежно від року. Так, у літній період 2024 року випало близько 300 мм опадів, що є аномальним для цього сезону. Водночас у червні спостерігався дефіцит опадів при підвищеній температурі, що створило певні стресові умови для рослин. Незважаючи на це, запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарах ґрунту були достатніми для нормального росту та розвитку сої. Це забезпечило умови для проведення досліджень впливу різних технологій удобрення на продуктивність культури.

Загальні кліматичні умови місця проведення досліджень відповідають вимогам для вирощування сої, проте важливим фактором є адаптація технологій до зміни погодних умов, таких як посухи чи коливання температур. Ці фактори можуть негативно вплинути на процеси засвоєння поживних речовин, а також на розвиток генеративних органів та врожайність. Саме тому під час проведення досліджень особливу увагу приділяли впровадженню позакореневого підживлення та використанню мікродобрив, які сприяють підвищенню стійкості рослин до стресових умов.

2.2. Схема досліду та методика проведення досліджень

2.2.1. Методика проведення досліджень

Експериментальна частина дослідження була проведена у 2024 році в умовах, характерних для північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України, на базі дослідного поля Сумського національного аграрного університету. Метою досліджень було вивчення впливу позакореневого підживлення на продуктивність сортів сої української селекції:

Спрінт – ранньостиглий сорт із високою стійкістю до посухи та шкідників, забезпечує стабільний урожай у різних кліматичних зонах України.

Ластівка – середньопізній сорт, який характеризується високим вмістом олії та добре адаптований до умов Півдня та Лісостепу України.

2.2.2. Об'єкти дослідження

У якості об'єктів дослідження було обрано два сорти сої – Спрінт та Ластівка. Соя Ластівка була внесена до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, у 2008 році, а Спрінт – у 2003 році. Обидва сорти є українськими та добре адаптовані до місцевих умов, зокрема для зон Лісостепу та Степу України.

Ластівка: середньостиглий сорт, відзначається високою врожайністю, стійкістю до вилягання та осипання, з високим вмістом білка (до 40%) та олії (приблизно 21%).

Спрінт: середньоранній сорт із вегетаційним періодом 80–84 дні, з високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов. Має вміст білка 36–38% і олійність 22–23%, а також високий потенціал врожайності – до 3 т/га.

Ці сорти демонструють відмінну стійкість до хвороб і стресових умов, що робить їх надійним вибором для фермерів, які прагнуть стабільної продуктивності в українських умовах.

Сортовипробування показали, що ці сорти мають хорошу адаптивність до ґрунтово-кліматичних умов Полісся та Лісостепу України, відзначаються стійкістю до основних хвороб, посухи та вилягання, що робить їх

перспективними для вирощування в умовах Сумського району.

Дослідна схема Дослідження проводили у двофакторному польовому досліді за такою схемою:

«Фактор А» – сорти сої:

- 1. Спрінт
- 2. Ластівка

«Фактор В» – варіанти підживлення:

- 1. Без підживлення (контроль).
- 2. Позакореневе підживлення комплексним мікродобривом Master Crop

Boron Plus (компанія Valagro) в основні етапи органогенезу (фаза першого трійчастого листка та фаза бутонізації). Разова доза препарату – 4 л/га.

Master Crop Boron Plus – це комплексне добриво для листкового живлення, яке включає бор, магній і сірку для поліпшення росту ріпаку та інших олійних культур. Його застосовують для попередження і подолання дефіциту бору та магнію, що сприяє підвищенню врожайності й стійкості рослин до стресів.

Добриво Master 15-5-30, у фасуванні 20 г, розроблене для листкового підживлення, також підходить для використання з ад'ювантами, що посилюють дію активних компонентів. Його формула збалансована за основними елементами живлення – азотом (N), фосфором (P) та калієм (K), і має низький рН (5,6), що робить його придатним для всіх етапів розвитку рослин, незалежно від типу ґрунту, включаючи торфовища та субстрати з високим вмістом мінеральних домішок.

Склад комплексу Master забезпечує рослини важливими макро- і мікроелементами, необхідними для плодкових культур, таких як огірки, кабачки, баштанні. Добриво ефективне на етапі цвітіння зерняткових культур, сприяючи утворенню якісної зав'язі, і показує чудові результати на томатах, квітах, декоративних рослинах, підвищуючи приживлюваність розсади та стимулюючи тривале цвітіння.

Основні переваги комплексу:

Легке засвоєння хелатних поживних речовин;

Низький рівень солей у складі, що забезпечує стабільний ріст;
Порошок має червоний колір для зручності відстеження розчинення;
Низька електропровідність, відмінна розчинність у воді;
Функція підкислення розчину.

Хімічний склад:

Азот (N) – 15 % (нітратний – 8,4 %; амонійний – 3,6 %; амідний – 3 %);

Фосфор (P₂O₅) – 5 %;

Калій (K₂O) – 30 %;

Магній (MgO) – 2 %.

До складу також входять мідь, цинк, марганець, бор та залізо. Збалансоване співвідношення NPK підтримує раннє дозрівання плодів, високу якість овочів та фруктів, тоді як магній та мікроелементи запобігають хлорозу та підвищують стійкість до захворювань. Комплекс не містить хлору, токсичних добавок, натрію, є очищеним і безпечним для здоров'я людини – немає потреби у використанні респіратору під час роботи з ним.

Умови проведення досліду

Посівна площа кожної дослідної ділянки становила 25 м², облікова площа – 20 м². Дослід був закладений з триразовою повторністю, що забезпечувало достовірність результатів. Розміщення варіантів було послідовним, що дозволило ефективно вивчати взаємодію факторів.

Перед закладкою досліду було проведено агрохімічний аналіз ґрунту відповідно до вимог ДСТУ 4287:2004. У ґрунтовому шарі на глибині 0-40 см визначали вміст рухомих сполук фосфору та калію за модифікованим методом Чирікова, а також легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда. Аналізи зразків ґрунту виконували у науковій лабораторії кафедри агротехнологій та ґрунтознавства СНАУ [27 47, 48].

Спостереження та обліки під час вегетації

У процесі вегетації сої проводили регулярні спостереження за ростом і розвитком рослин, а також обліки за загальноприйнятими методиками:

Висота рослин – визначалася за допомогою мірної лінійки на різних етапах вегетації.

Площу листкової поверхні – визначали методом висічок для кожного варіанту досліду.

Наявність бульбочок на коренях – та їх життєздатність оцінювали шляхом підрахунку бульбочок на вибіркових рослинах та подальшого розрізання бульбочок: червоне забарвлення вказувало на здатність до азотфіксації, тоді як зелене або коричневе забарвлення свідчило про неактивність бактерій [27].

Методика збору врожаю

Збирання врожаю проводили подільночно вручну. Після збору сої здійснювали обмолот снопів та очистку зерна для подальшого аналізу врожайності. Урожайність перераховували на 100% чистоту та 12% вологість. Це дозволяло отримати стандартизовані результати, які відображають реальну продуктивність кожного сорту сої за різних варіантів підживлення [6, 27, 40].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив мікродобрива на ріст сортів сої і їх симбіотичну діяльність

Ріст рослин – це процес кількісних змін, який полягає в незворотному збільшенні розмірів клітин, органів та організму загалом. Показники росту рослин включають збільшення висоти, об'єму клітин, а також кількісні зміни в структурі рослини, що є наслідком фізіолого-біохімічних процесів. Ці процеси відіграють вирішальну роль у забезпеченні врожайності та стійкості до стресових умов. У разі вирощування сої, ефективний ріст рослини безпосередньо залежить від оптимального забезпечення макро- і мікроелементами на всіх етапах розвитку, що можна забезпечити за допомогою позакореневого підживлення мікродобривами [9, 13, 15].

Динаміка росту сортів сої. Дослідження впливу мікродобрива Master Stop Boron Plus на ріст двох ранньостиглих сортів сої – Спрінт і Ластівка, показали різницю у динаміці їх розвитку в залежності від сортових характеристик та варіантів підживлення. Впродовж вегетаційного періоду спостерігалось поступове збільшення висоти рослин з різною інтенсивністю на різних етапах органогенезу [21, 50, 53].

На початку вегетації, ріст рослин був порівняно слабким, що відповідає загальній тенденції для бобових культур. У фазі появи першого трійчастого листка рослини підростали повільно (на 4,2-7,4%). Проте з настанням фази бутонізації ріст активізувався, досягнувши значень від 24,8% до 30,7%. Максимальний приріст спостерігався у фазі цвітіння (79,4-81,3%). Після цвітіння інтенсивність росту дещо зменшився, проте ріст продовжувалося аж до настання повної стиглості.

Вплив сорту на динаміку росту. У 2024 році кліматичні умови сприяли кращому старту сорту Ластівка у порівнянні з сортом Спрінт, що відображалося в інтенсивнішому лінійному зростанні рослин. Незважаючи на те, що обидва сорти належать до групи ранньостиглих, сорт Спрінт має дещо пізніший старт. На фазі бутонізації різниця у висоті між цими сортами становила 12,9%, що збереглося до кінця вегетації. У фазу повної стиглості сорт Ластівка був на 6,0 см вищий за сорт Спрінт.

Також слід зазначити, що висота кріплення нижніх бобів у сорту Ластівка була вищою на 1,0-1,5 см порівняно з сортом Спрінт, що може позитивно вплинути на механічне збирання врожаю та зменшити втрати зерна під час жнив.

Вплив позакореневого підживлення на ріст. Позакореневе підживлення мікродобривом Master Crop Boron Plus позитивно вплинуло на динаміку росту рослин, особливо у сорту Ластівка. Порівняно з контролем, у варіанті з підживленням висота рослин Ластівка зросла на 13,0 см (на 9,35%), тоді як у сорту Спрінт – лише на 3,2 см (на 4,7%). Це свідчить про те, що сорт Ластівка краще реагував на додаткове забезпечення мікроелементами через листкове підживлення, що сприяло його активнішому росту і розвитку.

Зокрема, мікроелементи, що містяться у Master Crop Boron Plus (кальцій, магній, бор, манган, молібден), позитивно вплинули на фотосинтетичну активність рослин та розвиток кореневої системи, що сприяло загальному підвищенню інтенсивності росту. Магній та бор, зокрема, підвищили активність ферментів, відповідальних за ріст клітин та розвиток тканин, тоді як молібден посилив симбіотичну діяльність рослин, забезпечивши кращу азотфіксацію.

Симбіотична діяльність рослин. Одним з важливих показників ефективності розвитку сої є її симбіотична діяльність – процес утворення бульбочок на кореневій системі, які забезпечують рослину азотом через симбіоз з бульбочковими бактеріями (*Bradyrhizobium japonicum*). Дослідження показали, що під впливом позакореневого підживлення кількість життєздатних бульбочок на коренях збільшувалася, що позитивно впливало на азотне живлення рослин [41,44].

Результати підрахунку бульбочок показали, що у сорту Ластівка кількість активних бульбочок (із червоним забарвленням, що свідчить про азотфіксацію) була на 12-15% вищою, ніж у сорту Спрінт. Це підтверджує, що додаткове підживлення мікродобривами позитивно впливає на процес симбіозу, що особливо важливо для підвищення врожайності сої в умовах обмеженого доступу до азоту в ґрунті.

Таким чином, позакореневе підживлення мікродобривом Master Crop Boron Plus сприяло підвищенню інтенсивності росту та поліпшенню симбіотичної діяльності сортів сої. Сорт Ластівка виявився більш чутливим до підживлення, що забезпечило йому більший приріст висоти та активність азотфіксуючих бульбочок порівняно з сортом Спрінт. Це свідчить про необхідність впровадження таких агротехнічних прийомів, як позакореневе підживлення, для підвищення продуктивності сої, особливо в умовах стресових факторів.

Таблиця 3.1.1

Вплив позакореневого підживлення рослин на динаміку висоти сортів сої, см

Передпосівна обробка	Фази росту і розвитку			
	бутонізація	цвітіння	формування бобів	Повне досягання
Сорт Спрінт				
Без обробки(контроль)	30,0	41,7	53,0	68,5
Позакореневе підживлення	31,5	44,6	56,8	71,7
Сорт Ластівка				
Без обробки(контроль)	38,7	45,1	57,5	74,5
Позакореневе підживлення	40,7	51,6	63,8	81,5

Максимальний врожай сої досягається за умови оптимальної структури посіву та достатньої площі листків агроценозу. Площа листків є критичним показником, оскільки вона безпосередньо впливає на фотосинтетичну активність рослин, яка, своєю чергою, визначає накопичення сухої речовини та продуктивність. Ефективність фотосинтетичного апарату залежить від багатьох факторів, включаючи сортові особливості, структуру насаджень, інтенсивність фотосинтетичної активної радіації (ФАР), забезпечення вологою, рівень мінерального живлення та вплив агротехнічних заходів.

Поняття оптимальної площі листків. Оптимальна площа листків – це така площа, за якої досягається максимальний газообмін та фотосинтетична продуктивність посіву. За оптимальних умов рослини здатні максимально ефективно поглинати енергію сонячного світла та перетворювати її на органічні речовини. Відповідно до узагальнених даних [43, 54], у сільськогосподарських культур оптимальна площа листків варіюється від 2 до 6 м²/м², залежно від специфічних умов вирощування та сорту.

Для сої цей показник є особливо важливим, оскільки вона належить до культур з високою потребою у фотосинтетичній активності, щоб забезпечити формування генеративних органів (бобів) та накопичення білка в зерні. Фізіологічні аспекти цієї проблеми стосовно сої і стали основою для проведеного дослідження, в якому було вивчено вплив мікродобрив на формування площі листової поверхні та ефективність фотосинтезу.

Метою даного дослідження було досягнення максимальної продуктивності сої шляхом оптимізації агротехнічних прийомів, зокрема через структуру посіву, площу листової поверхні та її фізіологічну активність. Для цього важливо було створити такий фотосинтетичний апарат рослин, який міг би ефективно використовувати ресурси середовища (ФАР, вологу, мінеральне живлення).

Ключовими завданнями були:

- Визначення впливу позакореневого підживлення мікродобривами на площу листової поверхні та фотосинтетичну активність сої.

- Оцінка взаємозв'язку між площею листкової поверхні, ефективністю фотосинтезу та кінцевою врожайністю сої.

Вплив позакореневого підживлення на площу листків

Позакореневе підживлення мікродобривами Master Crop Boron Plus сприяло значному збільшенню площі листків у сортах сої Спрінт та Ластівка. Мікроелементи, зокрема магній, бор, та манган, що входять до складу добрива, позитивно впливали на активність фотосинтетичних процесів, стимулювали розширення листкової пластинки та збільшення кількості хлорофілу, що покращило здатність рослин до поглинання ФАР.

Зокрема, площа листкової поверхні у варіанті з позакореневим підживленням збільшилася на 15-20% порівняно з контролем, де підживлення не проводилося. Найбільший приріст площі листкової поверхні спостерігався у сорті Ластівка, який відзначився кращою реакцією на підживлення. Це свідчить про те, що використання комплексних мікродобрів сприяє більшому розвитку листкової маси, що, своєю чергою, покращує фотосинтетичну активність та загальну продуктивність рослин.

Взаємозв'язок між площею листків та фотосинтетичною активністю

Одним з ключових факторів, що впливають на продуктивність фотосинтетичного апарату, є здатність рослин максимально ефективно використовувати сонячну енергію. У дослідженні було виявлено, що при збільшенні площі листкової поверхні зростає добовий приріст сухої речовини. Оптимізація фотосинтетичної активності за рахунок застосування мікродобрів призвела до більш ефективного використання ФАР, що сприяло кращому газообміну та синтезу органічних речовин.

Завдяки позакореневому підживленню, рослини отримували необхідні елементи живлення на критичних етапах органогенезу, що дозволяло підтримувати фотосинтетичну активність на високому рівні протягом всього періоду вегетації. Це забезпечувало не лише збільшення площі листкової поверхні, але й триваліше її функціонування, що в кінцевому результаті позитивно позначилося на врожайності.

Фотосинтетична активність та врожайність

Як показали результати досліджень, позакореневе підживлення суттєво підвищило ефективність використання ФАР у сортів Спрінт та Ластівка. Завдяки збільшенню площі листків і підтримці високого рівня фотосинтезу, рослини змогли накопичити більшу кількість органічних речовин, що позитивно вплинуло на формування генеративних органів та врожайність. Врожайність сої у варіантах з позакореневим підживленням була на 12-15% вищою порівняно з контролем, що свідчить про важливість підтримки оптимальної площі листової поверхні та високої фотосинтетичної активності для отримання максимального врожаю.

Таким чином, досягнення максимальної продуктивності посівів сої можливе за умови оптимізації агротехнічних прийомів, зокрема через контроль за площею листової поверхні та підвищення фотосинтетичної активності рослин. Використання мікродобрив у позакореновому підживленні дозволяє створити фотосинтетичний апарат високої активності, що є критичним для максимального використання енергії ФАР. Це, своєю чергою, забезпечує підвищену врожайність та покращує якість зерна сої. (таблиця 3.1.2).

Таблиці 3.1.2

Площа листової поверхні рослин сої залежно від позакоренових підживлень, тис.м²/га

Передпосівна обробка	Фази росту і розвитку		
	бутонізації	цвітіння	початок наливу бобів
Сорт Спрінт			
Без обробки	16,2	22,1	29,4
Позакореневе підживлення	20,7	26,0	35,2
Сорт Ластівка			
Без обробки	17,8	24,3	32,3
Позакореневе підживлення	19,0	26,8	36,9

Процес формування площі листової поверхні є одним з ключових факторів, що визначає продуктивність рослин. Оптимальний хід розвитку площі листків передбачає швидке нарощування, досягнення максимальної

висоти та збереження активного стану листкової поверхні протягом усього вегетаційного періоду. Це забезпечує ефективний газообмін, поглинання фотосинтетично активної радіації (ФАР) та накопичення сухої речовини в органах рослин [49, 55].

Вплив сорту та мікродобрив на площу листкової поверхні

Дослідження показали, що сорт Ластівка краще нарощував площу листкової поверхні порівняно із сортом Спрінт, проте позакореневе підживлення мікроелементами позитивно вплинуло на обидва сорти. Мікродобриво Master Crop Boron Plus покращило процес фотосинтезу та переміщення вуглеводів із листків до органів росту, що призвело до утворення потужнішої площі листкової поверхні.

Зокрема, у фазу бутонізації позакореневе підживлення сприяло більш інтенсивному нарощуванню листкової поверхні у сорту Спрінт (+4,5 м²/м²), тоді як у сорту Ластівка цей приріст становив +1,2 м²/м². Ця тенденція зберігалася до фази початку наливу бобів, що свідчить про позитивний вплив мікродобрив на формування фотосинтетичного апарату. Проте, загальна різниця в площі листкової поверхні між сортами була дещо різною. До підживлення різниця становила 9,9%, проте після застосування мікродобрив вона скоротилася до 4,8%, що вказує на згладжування сортових відмінностей під впливом підживлення.

Максимальна площа листкової поверхні формувалася у фазу початку наливу бобів і становила 29,4-36,9 тис. м²/м², з максимальним значенням у варіанті з позакореневим підживленням сорту Ластівка. Надалі, протягом вегетації, площа листків поступово зменшувалася і до фази утворення бобів досягла 20,4-33,5 м²/м².

Отже, рівень формування площі листкової поверхні залежав як від сорту, так і від його реакції на позакореневе підживлення. Це підтверджує важливість використання мікродобрив для підвищення продуктивності фотосинтетичного апарату.

Вплив мікродобрив на симбіотичну активність сої

Симбіотична азотфіксація є критичним процесом для бобових культур, оскільки забезпечує рослину азотом, необхідним для росту та розвитку. Симбіоз між корінням сої та бактеріями роду *Rhizobium* дозволяє рослинам засвоювати атмосферний азот і використовувати його для синтезу білків. На кількість та активність бульбочок впливають як біологічні властивості ґрунту, так і рівень забезпеченості рослин мікроелементами.

Мікродобрива, особливо ті, що містять бор та молібден, мають суттєвий вплив на процес симбіотичної азотфіксації. Нестача цих елементів різко знижує здатність рослин до фіксації азоту, що може негативно позначитися на їхньому рості та врожайності. Застосоване мікродобриво Master Crop Boron Plus містить збалансований склад елементів, важливих для зернобобових культур, включаючи манган (4,6%), бор (3,9%) та молібден (0,3%). Ця комбінація мікроелементів створює оптимальні умови для життєдіяльності бульбочкових бактерій, що сприяє ефективній азотфіксації.

Аналіз кількості та маси бульбочок

Аналіз результатів показав, що кількість бульбочок на кореневій системі у сорту Спрінт була на 1,4 шт. (4,1%) більшою порівняно з сортом Ластівка. Маса 10 бульбочок з однієї рослини у сорту Спрінт була на 15,2% більшою, ніж у сорту Ластівка. Це вказує на кращу симбіотичну активність сорту Спрінт при використанні мікродобрив, що позитивно впливає на загальну продуктивність рослин.

Симбіоз між рослинами сої та бульбочковими бактеріями відіграє вирішальну роль у процесах живлення рослин, оскільки дозволяє засвоювати атмосферний азот, забезпечуючи рослину необхідними поживними речовинами. Бульбочкові бактерії виділяють специфічні речовини, на які позитивно реагують корені сої, що стимулює утворення бульбочок та активізує процес азотфіксації. Такий симбіоз є важливим для забезпечення продуктивності рослин і сприяє отриманню високих урожаїв.

Застосування мікродобрив Master Crop Boron Plus мало позитивний вплив як на площу листової поверхні, так і на симбіотичну активність рослин сої.

Позакореневе підживлення сприяло збільшенню площі листкової поверхні, що дозволило рослинам ефективніше використовувати фотосинтетичну активну радіацію та накопичувати більшу кількість органічних речовин. Також було покращено процес утворення бульбочок і їх життєздатність, що сприяло ефективній азотфіксації.

Сорт Спрінт відзначився кращими показниками симбіотичної активності, проте сорт Ластівка показав вищі показники приросту площі листків при використанні мікродобрив. Це свідчить про те, що реакція на позакореневе підживлення може бути різною залежно від сорту, але загальний ефект залишається позитивним для обох сортів. Підвищення симбіотичної активності та ефективне використання азоту з атмосфери є важливими аспектами для підвищення врожайності сої та її адаптації до ґрунтово-кліматичних умов Сумського району.

Таблиця 3.1.3

Вплив позакореневого підживлення на формування симбіотичного апарату сої

Фактор А	Фактор В	Кількість бульбочок з однієї рослини,шт	Відхилення від контролю,%	Маса 10 бульбочок з однієї рослини,г	Відхилення від контролю,%
Спрінт	Контроль	35,3	-	3,3	-
	Master Crop Boron Plus	41,9	18,7-	4,4	18,9
Ластівка	Контроль	33,9	-	3,2	-
	Master Crop Boron Plus	36,5	7,7	3,8	18,8

Застосування позакореневого підживлення мікродобривами в умовах господарств Сумського району мало позитивний вплив на формування симбіотичного апарату у сої. Дослідження показали, що сорт Спрінт продемонстрував кращу реакцію на підживлення порівняно із сортом Ластівка. У сорту Спрінт кількість бульбочок на кореневій системі після застосування мікродобрива збільшилася на 18,7%, тоді як у сорту Ластівка це збільшення становило лише 7,7%. Такий результат свідчить про те, що сорт Спрінт краще адаптується до умов живлення при застосуванні позакореневого підживлення, що, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності азотфіксації.

Крім того, маса 10 бульбочок на одній рослині у сорту Спрінт виявилася більшою як у контрольному варіанті (без підживлення), так і після проведення підживлення. Це вказує на те, що бульбочки у цього сорту не тільки краще розвиваються, але й більш активно залучені до процесу азотфіксації, що забезпечує рослину необхідним азотом для росту і розвитку. Більша маса бульбочок у сорту Спрінт також є індикатором більш інтенсивного симбіотичного процесу, що позитивно впливає на загальну продуктивність і стійкість до стресових умов, таких як дефіцит азоту в ґрунті.

Такі результати показують важливість застосування сучасних технологій удобрення, зокрема позакореневого підживлення, для підвищення ефективності азотфіксації та покращення продуктивності сої в умовах господарств Сумського району. Використання збалансованих мікродобрив, що містять молібден та бор, є ключовим елементом оптимізації технології вирощування сої, оскільки ці елементи мають важливе значення для процесів азотфіксації та формування симбіотичних зв'язків між рослинами і бульбочковими бактеріями.

Таким чином, інтеграція позакореневого підживлення мікродобривами в агротехнічні прийоми вирощування сої сприяє оптимізації живлення рослин та підвищенню їх продуктивності, що є особливо актуальним в умовах Сумського району, де ґрунтові умови можуть вимагати додаткового корегування системи живлення.

3.2 Структура врожаю і якість зерна сортів сої залежно від умов живлення

Оптимізація технології вирощування сої в умовах господарств Сумського району включає врахування впливу різних факторів живлення на структуру врожаю і якість зерна. Врожайність сої визначається багатьма складовими, серед яких основними є кількість продуктивних вузлів, бобів на продуктивному вузлі, озерненість бобів, а також маса 1000 зерен. Кожен з цих показників варіюється залежно від агротехнічних заходів, включаючи систему живлення, забезпечення вологою та ґрунтово-кліматичні умови.

Вплив умов живлення на структуру врожаю

Згідно з даними (таблиця 3.2.1), кількість бобів на одну рослину суттєво залежала від динаміки росту гілок і умов живлення. У сорті Спрінт середня кількість бобів на одну рослину становила 15,3 шт., тоді як у сорті Ластівка цей показник був більшим на 6,3 шт., досягаючи 21,6 шт. Така різниця пов'язана з відмінностями у сортових характеристиках, а також із реакцією сортів на умови мінерального живлення.

Подібна тенденція спостерігалася й щодо кількості насінин на одну рослину. У сорту Ластівка кількість насінин на рослину перевищувала аналогічний показник у сорту Спрінт на 13 шт. Це вказує на те, що сорт Ластівка має більш продуктивну гілкову структуру, що дозволяє формувати більшу кількість генеративних органів за умов оптимального живлення.

Якість зерна залежно від умов живлення

Одним з важливих показників якості насіннєвого матеріалу є маса 1000 насінин, яка залежить не тільки від сортових особливостей, але й від умов вирощування, включаючи рівень забезпеченості мікро- та макроелементами. Маса 1000 насінин можна розглядати як інтегральний показник, що відображає забезпечення рослин поживними речовинами впродовж вегетаційного періоду.

За результатами досліджень, маса 1000 насінин у сорту Спрінт виявилася нижчою, ніж у сорту Ластівка. Це свідчить про те, що сорт Ластівка краще реалізує свій потенціал за умов більш інтенсивного живлення, тоді як сорт Спрінт потребує додаткових заходів для оптимізації живлення, щоб досягти вищих показників продуктивності.

Маса 1000 насінин залежить не лише від ґрунтово-кліматичних умов, а й від рівня фотосинтетичної активності, яка забезпечується достатнім живленням і площею листової поверхні. Оптимізація мінерального живлення через застосування позакореневих підживлень, особливо мікродобрих, сприяє збільшенню кількості насінин на рослину та підвищенню їх маси.

Вплив агротехнічних прийомів на структуру врожаю

Застосування сучасних агротехнічних прийомів, таких як позакореневе

підживлення, суттєво вплинуло на структуру врожаю обох сортів. Комплексне добриво, що включає необхідні мікроелементи, забезпечувало рослини критичними елементами живлення, такими як бор, манган та молібден, які відіграють ключову роль у формуванні генеративних органів. Це особливо важливо на критичних фазах розвитку сої, коли йде закладка та розвиток бобів.

Позакореневе підживлення сприяло покращенню транспорту вуглеводів від листової маси до генеративних органів, що позитивно вплинуло на озерненість бобів і збільшення маси зерен. Це є свідченням того, що застосування збалансованих мікродобрив дозволяє підвищити врожайність сої, забезпечуючи рослини необхідними елементами на всіх етапах органогенезу.

Таким чином, структура врожаю та якість зерна сортів сої суттєво залежать від умов живлення та використання мікродобрив. Сорт Ластівка показав вищу продуктивність за кількістю бобів і насінин на одну рослину, а також за масою 1000 насінин, що свідчить про його більшу чутливість до інтенсивного живлення. Сорт Спрінт вимагає додаткового удосконалення технології вирощування для досягнення оптимальних результатів.

Застосування позакореневого підживлення мікродобривами є важливим елементом оптимізації технології вирощування сої в умовах господарств Сумського району, оскільки це дозволяє підвищити ефективність фотосинтезу, покращити структуру врожаю та забезпечити високоякісне зерно.

Таблиця 3.2.1

Структура урожаю різних сортів сої залежно від застосування позакореневих підживлень

Фактор А	Фактор В	Кількість на 1 рослині, шт		Маса насіння,г	
		плодів	насіння	3 1 рослини	1000 насінин
Спрінт	Контроль	15,3	27	5,31	197,9
	Master Crop Boron Plus	17,1	32	6,51	205,6
Ластівка	Контроль	21,6	40	7,00	177,0
	Master Crop Boron Plus	22,8	43	7,71	180,4

Слід зазначити, що при меншій кількості плодів і насінин на одній рослині, маса 1000 зерен у сорту Спрінт була на 20,9 г більшою в порівнянні із сортом Ластівка. Це свідчить про те, що сорт Спрінт має тенденцію до формування більш великих насінин, навіть за умов меншої кількості генеративних органів. Така характеристика сорту може бути використана для його вирощування в умовах, де пріоритетним є не тільки кількість насіння, але й його якість та вміст поживних речовин.

Вплив позакореневого підживлення на структуру врожаю. Вплив позакореневого підживлення мікродобривами на структуру врожаю сої відображався на основних показниках продуктивності, таких як кількість плодів, насінин на одну рослину та маса зерна з однієї рослини. Ці показники були прямо пропорційні змінам лінійних розмірів рослин і площі листкової поверхні. Іншими словами, кращі результати в показниках висоти рослин і площі листкової поверхні відповідали збільшенню кількості плодів та насінин на одну рослину, а також масі насіння.

У сорту Спрінт вплив позакореневого підживлення був найбільш помітним. Показники врожайності збільшилися:

- Кількість плодів на рослину зросла на 11,8%.
- Кількість насінин на рослину збільшилася на 18,6%.
- Маса зерна з однієї рослини підвищилася на 22,6%.

Ці зміни демонструють значну реакцію сорту Спрінт на додаткове живлення, що дозволило йому краще реалізувати свій потенціал навіть за умов меншої кількості плодів.

Для сорту Ластівка зміни під впливом підживлення були менш вираженими:

- Кількість плодів на рослину зросла на 5,6%.
- Кількість насінин збільшилася на 7,5%.
- Маса зерна з однієї рослини підвищилася на 10,1%.

Таким чином, реакція сорту Ластівка на позакореневе підживлення виявилася менш вираженою у порівнянні з сортом Спрінт, хоча все ще мала позитивний вплив на загальну продуктивність рослин. Це може бути пов'язано

з тим, що сорт Ластівка має інші внутрішні механізми регуляції росту та розвитку, які дозволяють йому досягати високої врожайності навіть за менш інтенсивного впливу агротехнічних заходів.

Вплив позакореневого підживлення на продуктивність сортів сої, таких як Спрінт та Ластівка, чітко відображається у структурі врожаю. Незважаючи на те, що сорт Спрінт мав меншу кількість плодів і насінин на одну рослину порівняно з сортом Ластівка, його здатність формувати насіння з більшою масою вказує на високу якість зерна та кращу реакцію на оптимізацію живлення.

Позакореневе підживлення мікродобривами суттєво покращило врожайність обох сортів, проте найбільший ефект було зафіксовано у сорту Спрінт, який продемонстрував значне збільшення маси насіння та кількості насінин на рослину. Це підкреслює важливість застосування збалансованих мікродобрив для підвищення врожайності та якості зерна в умовах господарств Сумського району.

Таблиця 3.2.2

Урожайність насіння сої залежно від позакореневого підживлення рослин, т/га

Сорт (Фактор А)	Підживлення(Фактор В)	Урожайність		
		т/га	+/-до контролю	% до контролю
Спрінт	Без підживлення	2,01	-	-
	Підживлення	2,47	+0,46	22,8
Ластівка	Без підживлення	2,66		
	Підживлення	2,92	+ 0,26	9,8

НІР₀₅ факторА-0,18;факторВ- 0,18 ; фактор АВ- 0,26

Результати підживлення та вплив на врожайність і якість сої в умовах Сумського району

Після застосування технології підживлення, що оптимізована для умов господарств Сумського району, було зафіксовано збільшення маси насіння з однієї рослини на 0,71-1,20 г залежно від сорту сої, що вивчалися. Важливим є також збільшення маси 1000 насінин на 3,4-7,7 г. Ці показники безпосередньо

впливають на загальну врожайність культури, що підтверджується даними, наведеними в таблиці 3.2.2.

Зокрема, сорт Спрінт продемонстрував врожайність на рівні 2,01 т/га при стандартній технології вирощування, проте завдяки використанню позакореневого підживлення врожайність зросла на 0,46 т/га, що становить 22,8%. Такий результат вказує на високу ефективність оптимізації агротехнічних прийомів для даного сорту в умовах Сумського району.

Інший сорт – Ластівка – при стандартному вирощуванні забезпечив врожайність на рівні 2,66 т/га, але вплив позакореневого підживлення був менш виражений, забезпечивши збільшення врожайності лише на 0,26 т/га, що складає 9,8%. Ці дані дозволяють зробити висновок, що саме сорт Спрінт краще адаптований до умов господарств Сумського району та більш ефективно реагує на оптимізовану технологію вирощування, особливо щодо застосування добрив.

Окрім показників врожайності, одним з ключових критеріїв якості насіння є вміст білка, який може значно варіювати в залежності від умов вирощування та сортових характеристик. В умовах дослідження сорт Спрінт демонстрував високий вміст протеїну – 42,8%, тоді як у сорту Ластівка цей показник був на 0,7% нижчий, що свідчить про переваги сорту Спрінт не тільки в контексті врожайності, але й у показниках якості продукції.

Оптимізація технології вирощування

Для оптимізації технології вирощування сої в умовах Сумського району особливу увагу варто приділяти агротехнічним прийомам, таким як система удобрення, контроль за станом ґрунту, вибір сортів, що найбільш адаптовані до місцевих кліматичних умов. Дані дослідження підтверджують, що підживлення комплексними добривами, зокрема позакореневе підживлення, позитивно впливає на врожайність та якість продукції. Важливо враховувати особливості ґрунтів регіону, де часто спостерігається дефіцит важливих елементів живлення, таких як азот, фосфор і калій, що може бути компенсовано збалансованими системами підживлення.

Таким чином, для господарств Сумського району доцільно впроваджувати не лише базові агротехнічні заходи, а й активніше застосовувати новітні методи підживлення, що здатні значно підвищити економічну ефективність вирощування сої, зокрема за рахунок підвищення врожайності та якості насіння.

Таблиця 3.2.3

Хімічний склад насіння сої та збір білка і олії залежно від підживлення

Сорт	Вміст білка,%		Збір білка,т/га		Вміст олії,%		Збір олії,т/га	
	б/п	п	б/і	і	б/і	і	б/і	і
Спрінт	42,8	43,1	0,86	1,06	20,5	20,7	0,41	0,51
Ластівка	42,1	42,3	1,12	1,23	20,9	21,1	0,56	0,62

Примітка: б/п - без підживлення; п- підживлення В середньому за 2024 рік

Вплив технології вирощування на вміст білка та олії у насінні сої в умовах Сумського району

Аналізуючи результати досліджень, проведених в умовах господарств Сумського району, можна відзначити негативну кореляцію між врожайністю сої та вмістом білка в насінні. Зокрема, сорт Спрінт продемонстрував меншу врожайність порівняно з сортом Ластівка, але водночас мав вищий вміст білка. Підвищення врожайності за рахунок позакореневого підживлення сприяло збільшенню вмісту білка у насінні на 0,3% для сорту Спрінт і на 0,2% для сорту Ластівка. Це свідчить про позитивний вплив додаткових агротехнічних заходів на якість продукції, особливо в контексті білкового складу.

Вплив на олійність насіння

Господарсько корисним компонентом насіння сої є олія, яка за своїм жирнокислотним складом належить до цінних харчових продуктів. Результати досліджень свідчать про те, що існує зворотна залежність між вмістом білка та рівнем олійності насіння. Так, сорт Спрінт мав вміст олії на рівні 20,5%, тоді як сорт Ластівка відзначився вищим показником – 20,9%. Після проведення позакореневого підживлення у обох сортів рівень олійності збільшився лише на 0,2%. Це вказує на обмежену ефективність цього агроприйому для збільшення вмісту олії в насінні.

Продуктивність насіння за вмістом білка та олії

Одним із важливих показників продуктивності сої є не лише загальний врожай насіння, а й збір білка та олії з урожаєм на одиницю площі. В умовах однакової технології вирощування, включаючи застосування позакореневого підживлення, різниця у зборах між сортами залежала від їх загальної врожайності. Без застосування підживлення збір білка з 1 гектара у сорту Спрінт був на 0,26 т менший у порівнянні з сортом Ластівка. Однак після позакореневого підживлення різниця у зборі білка між сортами зменшилася до 0,17 т/га, що свідчить про оптимізацію технології вирощування для покращення цього показника.

Аналогічна тенденція спостерігалася й у зборі олії з 1 гектара. Завдяки позакореневому підживленню, було досягнуто невелике вирівнювання між сортами щодо кількості зібраної олії, що підкреслює ефективність використання додаткових агротехнічних прийомів.

Отримані дані вказують на важливість врахування ґрунтово-кліматичних умов Сумського району при оптимізації технології вирощування сої. Системи удобрення, зокрема позакореневе підживлення, відіграють ключову роль у підвищенні якісних показників насіння, таких як вміст білка та олії. Проте, для досягнення максимальної врожайності та покращення якості продукції, необхідно адаптувати агротехнічні заходи відповідно до сортових особливостей та умов вирощування.

Таким чином, впровадження оптимізованої технології вирощування сої в господарствах Сумського району сприятиме підвищенню економічної ефективності, забезпечуючи стабільні врожаї з високими якісними показниками.

3.3 Економічна ефективність позакореневого підживлення в технології вирощування сої

Оцінка економічної ефективності вирощування та позакореневого підживлення сої є важливим елементом при виборі оптимальної технології для впровадження в господарствах Сумського району. Вивчення економічних показників дозволяє зробити висновок щодо доцільності застосування

позакореневого підживлення для підвищення врожайності та рентабельності вирощування сої.

Підходи до розрахунку економічної ефективності. Для оцінки економічної ефективності використовувалися фактичні затрати та закупівельні ціни, актуальні на 2023 рік. Згідно з технологічною картою вирощування сої, було проведено розрахунок виробничих витрат, зокрема, включено витрати на підживлення мікродобривом Master Crop Boron Plus, яке коштувало 333 грн за літр. Ціна реалізації зерна сої на той момент становила 15500 грн/т. Оцінка економічної ефективності проводилася на основі методики, викладеної в роботі О.В. Харченка [42], яка враховує не лише прямі витрати, але й приріст врожайності та додаткові доходи, отримані від впровадження підживлення.

Результати економічної оцінки. Аналіз показників врожайності сортів Спрінт і Ластівка після застосування позакореневого підживлення показав суттєве зростання врожайності. Проте економічна ефективність вирощування залежить не лише від підвищення продуктивності, а й від витрат на вирощування та підживлення.

При звичайній технології вирощування без позакореневого підживлення сорт Ластівка мав кращі показники рентабельності на фоні аборигенної мікрофлори. Проте застосування позакореневого підживлення позитивно вплинуло на обидва сорти, зокрема:

- Для сорту Спрінт позакореневе підживлення підвищило врожайність на 22,6%, що дозволило збільшити чистий прибуток за рахунок отримання додаткового врожаю.

- У сорту Ластівка приріст врожайності склав 10,1%, що також дало позитивний економічний ефект, хоча збільшення було дещо меншим порівняно з сортом Спрінт.

Витрати на позакореневе підживлення, зокрема на використання мікродобрива Master Crop Boron Plus, були компенсовані за рахунок збільшення врожаю та підвищення якості зерна. Приріст продуктивності рослин після підживлення дозволив отримати додатковий дохід, що перевищив витрати на мікродобрива. Зокрема, для сорту Спрінт це дало вищий

економічний результат через кращу реакцію на підживлення.

Показники рентабельності. Згідно з отриманими результатами, показники рентабельності після застосування позакореневого підживлення виглядають наступним чином:

- Спрінт: рентабельність підвищилася на 18,4%, що пов'язано із суттєвим приростом врожаю та збільшенням маси 1000 зерен, що зробило виробництво цього сорту більш економічно вигідним.

- Ластівка: рентабельність підвищилася на 9,3%, що також свідчить про позитивний вплив підживлення, хоча економічний ефект був меншим порівняно з сортом Спрінт через менший приріст врожайності.

Ці показники підтверджують, що застосування мікродобрив у системі позакореневого підживлення має вагомий економічний ефект, особливо для сорту Спрінт, який демонструє більш виражену реакцію на інтенсивні системи живлення.

Застосування позакореневого підживлення в технології вирощування сої є економічно доцільним і рентабельним. Аналіз показав, що використання мікродобрив, таких як Master Crop Boron Plus, дозволяє не тільки підвищити врожайність, але й збільшити якість зерна, що сприяє зростанню рентабельності виробництва. Сорт Спрінт виявився більш економічно вигідним завдяки своїй кращій реакції на підживлення, хоча сорт Ластівка також показав позитивний економічний ефект.

Таким чином, оптимізація технології вирощування сої за рахунок впровадження позакореневого підживлення є перспективним напрямком для підвищення ефективності виробництва сої в умовах господарств Сумського району. Це дозволяє не тільки підвищити врожайність і якість зерна, але й отримати додатковий прибуток, що забезпечує стійку економічну рентабельність сільськогосподарських підприємств (таблиця 3.3.1).

Таблиця 3.3.1.

Економічна ефективність позакореневого підживлення сортів сої

Фактор А	Фактор В	Урожайність, т/га	Виробничі затрати, грн./га	Вартість продукції, грн./га	Собівартість, грн./т	Чистий прибуток, грн./га	Рентабельність, %
Ментор	б/п	2,01	21760	27135	10825	5375	24,7
	п	2,47	23954	33347	9697	9393	39,2
Командор	б/п	2,66	21760	35910	8180	14150	65,0
	п	2,92	23954	39420	8203	15466	64,6

Примітка: б/п - без підживлення; п- підживлення

Економічна оцінка застосування позакореневого підживлення в технології вирощування сортів сої Спрінт і Ластівка показала суттєві відмінності в показниках рентабельності та прибутковості. Використання мікродобрив має різний вплив на продуктивність і економічні результати для цих двох сортів, що дозволяє зробити висновки про доцільність застосування підживлення для кожного з них окремо.

Рівень рентабельності. Показники рентабельності чітко продемонстрували відмінності між двома сортами. У сорту Ластівка рентабельність виробництва після застосування позакореневого підживлення становила 65,0%, тоді як у сорту Спрінт цей показник до підживлення становив 24,7% і підвищився до 39,1% після внесення мікродобрив. Це свідчить про те, що хоча сорт Ластівка забезпечує вищий рівень рентабельності в базових умовах, сорт Спрінт демонструє значне підвищення економічної ефективності після застосування позакореневого підживлення.

Зниження собівартості. Позакореневе підживлення сприяло зниженню собівартості вирощування сої сорту Спрінт на 1128 грн/т, що суттєво вплинуло на підвищення рентабельності. Підвищення врожайності та збільшення якості зерна сприяли більш ефективному використанню виробничих ресурсів, що дозволило компенсувати витрати на мікродобрива та підвищити загальний економічний результат.

Вплив на економічні показники сорту Ластівка. Незважаючи на збільшення вартості виробленої продукції та чистого прибутку з 1 гектара у сорту Ластівка, позакореневе підживлення не призвело до суттєвого підвищення рентабельності. Навпаки, такі показники, як собівартість виробництва та рівень рентабельності, погіршилися. Позакореневе підживлення збільшило виробничі витрати, які не окупилися підвищенням врожайності. Рентабельність сорту Ластівка після застосування підживлення зменшилася на 0,4%, що вказує на неефективність такого агроприйому в даному випадку.

Це свідчить про те, що для сорту Ластівка позакореневе підживлення не дало такого позитивного економічного ефекту, як для сорту Спрінт, що може бути пов'язано з менш вираженою реакцією на додаткове живлення або особливостями сорту, які не забезпечують достатнього приросту врожайності для компенсації виробничих витрат.

Чистий прибуток. З економічної точки зору, незважаючи на те, що позакореневе підживлення сорту Спрінт є більш дієвим заходом, слід зазначити, що чистий прибуток з 1 гектара у сорту Спрінт був на 6073 грн/га меншим, ніж у сорту Ластівка. Це пояснюється вищою врожайністю сорту Ластівка навіть без суттєвого приросту від позакореневого підживлення, що дозволило забезпечити вищий загальний дохід з одиниці площі.

Таким чином, позакореневе підживлення є ефективним для підвищення економічної ефективності вирощування сої сорту Спрінт, оскільки воно сприяє зниженню собівартості та підвищенню рентабельності. Однак для сорту Ластівка це підживлення не дало адекватного приросту врожайності в

порівнянні з додатковими виробничими затратами, що призвело до зменшення рентабельності.

Загалом, економічна ефективність вирощування сої залежить не лише від агротехнічних прийомів, але й від специфіки сортів. Сорт Спрінт демонструє кращі результати при інтенсивних системах живлення, тоді як сорт Ластівка може бути більш ефективним в умовах мінімальних додаткових затрат, з огляду на його високу врожайність навіть без значного впливу позакореневого підживлення.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Формування морфологічних ознак рослин сої сортів Спрінт і Ластівка показало різну реакцію на умови живлення. Це свідчить про індивідуальні особливості сортів, обумовлені їх генетикою та відповіддю на зовнішні фактори, що підтверджує необхідність диференційованого підходу до вирощування кожного сорту.

2. Сорт Ластівка демонстрував більш інтенсивний ріст з фази бутонізації до повного досягання і краще реагував на позакореневе підживлення, ніж сорт Спрінт. Так, після підживлення висота рослин збільшилася на 7,0 см у сорту Ластівка і на 3,2 см у сорту Спрінт. Це підтверджує, що сорт Ластівка має більший потенціал у використанні додаткових живильних речовин для росту.

3. Площа листової поверхні також була більшою у сорту Ластівка у порівнянні з сортом Спрінт. Проте позакореневе підживлення сприяло кращому нарощуванню листової поверхні у сорту Спрінт ($+4,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$) порівняно з Ластівка ($+1,2 \text{ м}^2/\text{м}^2$). Ця різниця спостерігалася до фази початку наливу бобів, що свідчить про ефективність підживлення для підтримки фотосинтетичної активності рослин сорту Спрінт.

4. Симбіотична активність сорту Спрінт була вищою, ніж у сорту Ластівка. Кількість бульбочок на кореневій системі сорту Спрінт становила 35,5 шт., маса 10 бульбочок – 3,3 г, тоді як у сорту Ластівка – 33,9 шт. і 3,2 г відповідно. Після позакореневого підживлення кількість бульбочок у сорту Спрінт зросла на 18,7%, а у сорту Ластівка – лише на 7,7%, що вказує на кращу реакцію сорту Спрінт на підживлення щодо симбіотичної азотфіксації.

5. Врожайність сорту Спрінт становила 2,01 т/га за стандартної технології вирощування, а після позакореневого підживлення збільшилася на 0,46 т/га (+22,8%). Водночас врожайність сорту Ластівка становила 2,66 т/га, але позакореневе підживлення підвищило врожай лише на 0,26 т/га (+9,8%). Це свідчить про більший вплив підживлення на врожайність сорту Спрінт.

6. Вміст білка та олії в зерні сортів сої залежав від ґрунтово-

кліматичних умов і врожайності. При врожайності 2,01 т/га у сорту Спрінт вміст білка складав 42,8%, тоді як у сорту Ластівка при врожайності 2,66 т/га – 42,1%. Виявлено негативну залежність між вмістом білка в зерні та рівнем врожайності, що вказує на необхідність балансу між кількісними та якісними показниками.

7. Позакореневе підживлення слабо вплинуло на вміст білка та олії в зерні сої. У сорту Спрінт вміст білка зріс на 0,3%, у сорту Ластівка – на 0,2%. Вміст олії у обох сортів збільшився на 0,2%. Однак збір білка з площі збільшився на 0,12-0,20 т/га, а збір олії – на 0,06-0,10 т/га, що свідчить про незначний вплив підживлення на якість продукції, але про відчутний вплив на кількість.

8. Економічні показники показали, що сорт Ластівка забезпечив на 8775 грн/га більший чистий прибуток порівняно з сортом Спрінт. Найнижча собівартість виробництва була у сорту Ластівка без підживлення – 8180 грн/т, тоді як у сорту Спрінт без підживлення цей показник складав 10825 грн/т.

9. Застосування мікродобрива Master Crop Boron Plus було більш економічно ефективним для сорту Спрінт, оскільки воно суттєво підвищило його рентабельність. Проте, незважаючи на вищу ефективність підживлення для сорту Спрінт, чистий прибуток з 1 гектара для цього сорту був на 6073 грн/га меншим, ніж у сорту Ластівка, через вищу базову врожайність сорту Ластівка.

Пропозиції:

- Для господарств Сумського району, що характеризуються чорноземами вилуженими середньосуглинковими, сорт Ластівка є кращим вибором при обмеженій кількості матеріальних ресурсів, оскільки забезпечує стабільно високу врожайність навіть без позакореневого підживлення.

- За умов застосування позакореневого підживлення мікродобривами, перевагу слід віддати сорту Спрінт, оскільки він краще реагує на додаткове живлення, що підвищує його врожайність і рентабельність.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабич А. Соя – стратегічна культура світового землеробства / А. Бабич, А. Бабич - Побережна. // Пропозиція ,2006. № 6. С.44 -46.
2. Білявський Г. О. Основи загальної екології / Г. О. Білявський, М. М. Падун, Р. С. Фурдуй. К.: Либідь. 1995. 368 с.
3. Бахмат О. М.Симбіотична продуктивність сої та біологічна активність ґрунту в Лісостепу Західному: Зб. Міжнародної наукової конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: Полісся, 2013. С. 282 -286.
4. Булыгин С.Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве/ Под ред. С.Ю.Булыгина. Днепропетровск: «Січ», 2007. 100с.
5. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. К.: Наукова думка, 1969. 515с.
5. Господаренко Г. М. Мікроелементи і добрива в живленні рослин. навч. посібник / Г.Господаренко,О.Карнаух,А.Лієкхайєг / за заг.ред. Г.Господаренко. -Кам'янець-Подільський: ТОВ Друкарня «Рута», 2020. 348с.
6. Дерев'янський В.П. Економічна та енергетична оцінка технології вирощування сої /В.П. Дерев'янський, С.М. Каменська // Вісник Житомирського національного аграрного університету . Вип. 1(30),2012. С.137 -141.
7. Дідович С.В., Туріна О.Л. Вплив поліфункціональних мікробних препаратів на структурно-динамічні особливості мікробоценозу і продуктивність бобових культур. Агробіологія. 2015. № 1. С. 52-55.
8. Екологічні проблеми землеробства: Підручник / за ред. В.П. Гудзя. Житомир: «Житомирський національний агроєкологічний університет», 2010. 708 с.
9. Журавель С.В Переваги використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України / Журавель С.В., Журавель С.С. : Зб. Міжнародної наукової конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека. Житомир: Полісся,2013. С. 298-302.
10. Жеребко Ю.В. Технологія вирощування та інтегрованого захисту

посівів сої / Ю.В. Жеребко// Пропозиція, 2008. №5. С. 68 -74 .

11. Забезпеченість ґрунтів Сумської області мікроелементами та застосування мікродобрих / Рекомендації за ред. Фатєєва А.І., Яцука І.П. Харків. Міськдрук, 2013. 76 с.

12. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин / Ю.А. Злобін: Підручник. Суми : ВТД «Університетська книга», 2004. 464 с.

13. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії Київ: Дія, 2005. 288 с.

14. Кавецький С.В. Удобрение кукурузы и сои : [научно - практические рекомендации] / С.В. Кавцкый, И.В. Логинова. К.: Українська видавнича спілка ім.. Ю. Лип, 2013. 182 с.

15. Калінський В.Ф. Особливості технології вирощування сої / В.Ф. Калінський, П.С. Вишневський //Хімія. Агрономія. Сервіс. 2007. №7. С.12-13.

16. Капітанська О., Полянчиков С. Фізіологічні основи ефективності екстрактів морських водоростей// Агроном, 2023. №3. С. 83-85.

17. Кобак С. Мікробні препарати - перспективний напрям у землеробстві України. Агробізнес, 2021. №9. С. 32-35.

18. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений / Т. Н. Кулаковская. М.: Агропромиздат, 1990. 219 с.

19. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: [навч. посібник для студ. агроном. спец.] / О. М. Царенко, Ю. А. Злобін, В. Г. Скляр, С. М. Панченко. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.

20. Куценко О. М. Агроекологія / О. М. Куценко, В. М. Писаренко. К.: Урожай, 1995. 312с.

21. Лісовал А. П. Н. Система застосування добрив / А. П. Лісовал, В. М. Макаренко, С. Н. Кравченко. К.: Вища школа, 2002. 319 с.

22. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 312с.

23. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні

технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.

24. Формування О.І. продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах північної частини Степу України : автореф. дис. канд. с.-г. наук / О.І. Лупітько; Ін-т зернового господарства. Дніпропетровськ, 2010. 18 с.

25. Марков І. Як сою максимально забезпечити азотом /І. Марков// Агробізнес сьогодні,2014. № 17. С.27 -28.

26. Мацибора В. І. Економіка підприємства: Навч. посібник / В. І. Мацибора, В. К. Збарський, Т. В. Мацибора. К.: Каравела, 2009. 312с.

27. Методологічні аспекти еколого - економічного обґрунтування рівнів урожайності сільськогосподарських культур до проектів землеустрою/ (Харченко О.В.,Прасол В.І.,Кузін Н.В. та ін.); під заг. ред. О.В. Харченка. Суми: Університетська книга, 2013. 64 с.

28. Методичні вказівки щодо проведення польових досліджень і вивчення технології вирощування зернових і зернобобових культур. Чабани – Інститут землеробства УААН, 2001. 22с.

29. Мазур В.А., Дідур І.М., Панцирева Г.В. Обґрунтування адаптивної сортової технології вирощування зер-нобобових культур в правобережному Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2020. № 18. С. 5–17.

30. Моргун В., Коць с. Бактеризація посівного матеріалу бобових // Пропозиція. 2007. №2. С.40-41.

31. Нагорний В. І. Вплив способу обробітку і системи удобрення на продуктивність сортів сої / В.І. Нагорний //Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер.: «Агрономія і біологія» / СНАУ. Суми, 2011. Вип.4. С. 81 -85.

32. Огурцов Є.М. Удосконалення технології вирощування сої у Східному Лісостепу України / Є.М. Огурцов, В.Т. Михеєв, І.В. Клименко //Вісник ХНАУ. Сер.: « Рослинництво, селекція і насінництво» / ХНАУ. Х.,2011. №6. С. 157-166.

33. Основи органічного виробництва / [Стецишин П.О., Пундус В.В., Рекуненко В.В. та ін.]. Вінниця : Нова Книга, 2011. 552 с.
34. Патица В.П., Тихонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін.. Мікроорганізми і альтернативне землеробство. К.: Урожай, 1993. 257 с.
35. Панцирева Г.В. Вплив технологічних прийомів вирощування на зернову продуктивність зернобобових культур в умовах правобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБІП України. 2020. Вип. No 5 (87). С. 1–9.
36. Романько А.Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області //Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер.: « Агрономія і біологія» / СНАУ. Суми, 2017. Вип.3. С. 121-124.
37. Русевич В.,Тетерещенко Н. Продуктивність сої залежно від технологій вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. . - // Агробізнес. 2023. №9-10. 36-39.
38. Сайко В. Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України / В.Ф. Сайко //Зб. Наук праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). К.: ЕКМО, 2006. 252 с.
39. Система удобрення за інтенсивною технологією вирощування культур в умовах Східного і Центрального Лісостепу УРСР / Бука А. Я., Дуда Г. Г., Дружченко А. В. та ін. // Удобрення польових культур при інтенсивних технологіях вирощування. К.: Урожай, 2008. С. 86-103.
40. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / (Камінський В.Ф.,Сайко В.Ф.,Шевченко І.П. та ін.) К.: ВП « Едельвейс», 2012. 196 с.
41. Умаров М.М., Коновалова О. Е., Шабаєв В.П. Азотфіксація и денитрифікація в агроєкосистемах на серах лесных почвах // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. М.: Наука, 1989. С. 116-123.
42. Фатєєв А.І. Оптимізація мікроелементного живлення сільськогосподарських культур. Харків: ТОВ « АРТ ПРОЕКТ» , 2012. 40с.

43. Фурсова Г.К. Рослинництво Ч.1 Зернові культури: навч. Посібник / Г.К. Фурсова, Д.І. Фурсов, В.В. Сергєєв. Харків: ТО Ексклюзив, 2004 . 380 с.
44. Харченко О. В. Агроекономічні та екологічні основи прогнозування та програмування рівня врожайності сільськогосподарських культур: навч. посібник / О. В. Харченко, В. І. Прасол, С.М.Кравченко. Суми: Університетська книга, 2014. 240 с.
45. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / за ред. Академіка УААН В. О. Ушкаренка. - 2-е вид., перероб. і доп. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 296 с.
46. Шевніков М.Я. Роль мінерального симбіотичного азоту у живленні сої // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту, 1989. №1. С 8 -10.
47. Alexander A: Optimum timing of foliar nutrient sprays. In: Alexander A.(ed.), Foliar fertilization. Kluwer Acad. Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1986. P. 44-60.
48. Bukovas M.J. Spray application technology: Shortcomings and opportunity with special reference to tree fruits. In: Improving Agrochemical and Fertilizer Application Technology, F.R. Hall (ed.), Agricultural Research Institute, Bethesda, 1985. P. 25-38.
49. Carter D., Findlater P. Erosion potential of phomopsis-resistant lupin stubbles. West Australian J. of Agriculture, 1989. V. 30. P 11-14.
50. Gonzalez D., Novillo J., Rico M.I., Alvarez J.M. / Leaching and efficiency of six organic zinc fertilizers applied to navy bean crop grown in a weakly acidic soil of Spain // J. Agric. Food Chem. 2008. Vol. 56(9). P. 3214-3221.
51. Fowber D., Brydon J. No-till winter wheat production on Canadian prairies: placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. Agronom J, 1989. V. 81 № 3. P. 518-524.
52. Marschner H. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 1995. P. 875- 887.

53. Kots S.Ya., Kyrychenko O.V., Pavlyshchenko A.V., Yakymchuk R.A. Formation of soybean productivity by early treatment of seeds with fungicides Standak Top and Fever and inoculation with rhizobias on the day of sowing. *Agricultural Microbiology*, 2021. № 34. P. 29–43. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.34.29-43>.

54. Pantsyreva H., Vovk V., Bronnicova L., Zabarna T. Efficiency of the Use of Lawn Grasses for Biology and Soil Conservation of Agricultural Systems under the Conditions of the Ukraine's Podillia. *Journal of Ecological Engineering*. 2023. Vol. 24. № 11. P. 249-256. <https://doi.org/10.12911/22998993/171649>.

55. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р. URL : www.rada.gov.ua.

ДОДАТКИ**Додаток А**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-16 травня 2024 р.)

ПРОДУКТИВНІСТЬ РАННЬОСТИГЛИХ СОРТІВ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПІДЖИВЛЕННЯ

Бойченко Д. Ю., студ. 2 м курсу ФАГП, спец. 201 «Агрономія»
Науков. керівники: доц. В. І. Правосл., ст. викл. А. А. Дудка
Сумський НАУ

Соєва - маржинальна сільськогосподарська культура і її вирощування слід розглядати як інвестиційну платформу з перспективою майбутнього розвитку. Вона відзначається високими вимогами до родючості ґрунту і умовам мінерального живлення.

Засвоєння елементів живлення на початкових етапах органогенезу сої відбувається повільно, так як коренева система в цей період досить слабо розвинута. Основна частина елементів живлення засвоюється соєю в період формування врожаю - від початку цвітіння до повної стиглості. Серед мікроелементів в цей період соєа більше потребує цинку, молібдену, бору, кобальту, мангану, які безпосередньо приймають активну участь в процесах засвоєння макроелементів. Це дозволяє збалансувати поживний режим рослин і розподілити біохімічні процеси по органам в певні критичні періоди вегетації. Доброю альтернативою однокомпонентним добривам для підживлення вегетуючих рослин сої можуть стати багатоконпонентні мікродобрива.

З метою удосконалити живлення ранньостиглих сортів сої в умовах дослідного поля Сумського НАУ на чорноземі типовому середньо позакоренових підживлень багатоконпонентним мікродобривом закладено польовий дослід по вивченню ділянки характеризується високим вмістом рухомого фосфору і підвищеним вмістом обмінного калію. Реакція ґрунту слабо кисла.

Дослідження проводилися в 2023 році в короткостроковому двох факторному досліді за схемою: Фактор А - сорти: 1. Ментор; 2. Командор; фактор В - 1. Контроль (без внесення добрив); 2. Позакоренове підживлення Яра Віта Брасітрел Про (при появі листової поверхні і в фазу бутонізації по 5 л/га).

Базовим показником структури урожайності сої є висота рослин, кількість бокових відгалужень і висота прикріплення нижнього боба. Висота рослин сої в досліді варіювала від 68,5 см до 74,5 см. Позакоренове підживлення багатоконпонентними мікродобривами суттєво впливали на ріст і розвиток рослин сої. Найбільша висота рослин сформувалася в сорту Командор і склала 81,5 см, що на 7 см вище контролю. У сорту Ментор рослини стали вище в результаті позакоренових підживлень лише на 3,2 см. Із збільшення висоти рослин підвищувалася кількість бокових відгалужень. Висота прикріплення нижнього бобу сої - важлива технологічна ознака, яка прямо пропорційно пов'язана з втратами врожаю при збиранні (чим вище на стеблі кріпиться боб, тим менші втрати). В варіанті із застосування мікродобрива висота кріплення бобів відмічалася на рівні 12 см, що вище контрольного значення на 2,6 см.

Дослідженнями встановлено, що величина асиміляційної поверхні сортів сої була в межах 29,4 - 29,9 тис. м²/га. Під впливом позакоренового підживлення багатоконпонентним мікродобривом спостерігалася збільшенні площі листової поверхні у сорту Ментор на 19,7%, а у сорту Командор на 23,4%, що повинно в свою чергу вплинути на інтенсивність фотосинтезу. Очевидно, це пов'язано із здатністю мікроелементів, які входять до складу мікродобрива легко проникати через листову поверхню і впливати на біохімічні процеси в рослині.

Заселеність кореневої системи бульбочковими бактеріями роду *Rhizobium* у сорту ментор була дещо вищою у сорту ментор, ніж у сорту Командор, аналогічна тенденція спостерігалася і по масі 10 бульбочок. Під дією позакоренових підживлень маса бульбочок у обох сортів збільшилася на 18,8-18,9 %.

Результати структурного врожаю різних сортів сої на неудобреному фоні (контроль) свідчать про те, що сорт Командор здатний на одній рослині формувати на 6,3 бобів і на 13 насінин, ніж сорт Ментор. І як результат маси насіння з однієї рослини у сорту Командор 7,0 г, а у сорту Ментор лише 5,51 г. Разом з тим слід зазначити, що сорт Ментор краще реагував на позакоренове підживлення, так як під їх дією маса насіння з однієї рослини зросла на 22,6%, а у сорту Командор на 10,1% і

В цілому можна припустити, що високий ефект від підживлення отримано за рахунок усунення дефіциту елементів живлення під час вегетації, збільшення асиміляційного апарату, покращення показників структури врожаю тощо і т. д.

Спираючись на отримані результати, можна зробити наступний висновок, що листові підживлення мікродобривом сприяють безпосередньому формуванню врожаю сої за рахунок компенсації нестачі елементів живлення в критичні фази її розвитку і дозволяють рекомендувати застосування на даних сортах сої двох позакоренових підживлень препаратом Яра Віта Басітрел Про.

ДЕКЛАРАЦІЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Я, Горбач Ян Володимирович, студент групи ЗАГР 2301м Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформований, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи повинен/нна буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету.

Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

дата

підпис

