

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

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Боровічук Василь Валерійович

УДК: 633.34:631.53.048:631.526.3

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ
ДОБРИВАМИ З МІКРОЕЛЕМЕНТАМИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В
УМОВАХ СГ «СТАС» КОЗЯТИНСЬКОГО РАЙОНУ ВІННИЦЬКОЇ
ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подается на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

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

Керівник роботи

канд. с.-г. наук, доцент Довбиш Л.Л.

Житомир–2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Продуктивність сої за використання мінерального та позакореневого живлення (огляд літератури)	7
1.1. Особливості мінерального живлення сої.....	7
1.2. Продуктивність сої залежно від позакореневого підживлення.....	11
РОЗДІЛ 2. Умови та методика проведення досліджень.....	15
2.1. Місце та умови проведення досліджень	15
2.2. Програма та методика проведення досліджень	15
РОЗДІЛ 3. Фізіологічні та біометричні показники сої залежно від проведення листового удобрення.....	18
3.1. Формування густоти стояння і висоти рослин залежно від проведення позакореневих підживлень.....	18
3.2. Вплив позакореневих підживлень на показники структури врожаю сої.....	21
3.3. Урожайність сої залежно від проведення позакореневих підживлень.....	23
3.4. Вплив удобрення на якість насіння сої.....	25
3.5. Економічна та енергетична оцінка застосування позакореневих підживлень при вирощуванні сої.....	27
ВИСНОВКИ.....	30
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	32
ДОДАТКИ.....	37

АНОТАЦІЯ

Боровічук В.В. Оцінка використання позакореневого підживлення добривами з мікроелементами на продуктивність сої в умовах СГ «Стас» Козятинського району Вінницької області. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

Кваліфікаційна робота має обсяг 40 сторінок комп'ютерного тексту, складається зі вступу, 3 розділів, висновків і рекомендацій виробництву та додатків, містить 9 таблиць. Список використаних літературних джерел складає 45 джерела.

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання щодо оптимізації живлення рослин сої за рахунок проведення позакореневих підживлень, визначено норми внесення позакореневих підживлень та формування врожаю сої сорту Ауреліна.

Дослідження впливу позакореневого підживлення комплексними мікродобривами на продуктивність сої показало, що для підвищення врожайності в умовах господарства оптимальними нормами внесення мікродобрив Вуксал Мікропласт і Вуксал борон є 2 л/га. Застосування цієї норми мікродобрив сприяло зростанню врожайності на 37,00-38,82 % порівняно з контрольним варіантом, забезпечуючи водночас найвищу якість зерна. Крім того, використання цих добрив забезпечило найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності, який склав 1,67-1,81.

Ключові слова: соя, урожайність, комплексні мікродобрива, структура урожаю, показники якості зерна, «Вуксал Мікропласт», «Вуксал борон», енергетична оцінка ефективності, економічна оцінка ефективності.

ANNOTATION

Borovichuk V.V. Evaluation of the use of foliar fertilization with fertilizers with microelements on soybean productivity in the conditions of the agricultural enterprise “Stas”, Kozyatyn district, Vinnytsia region - Qualification work on the rights of a manuscript.

Qualification work for a master's degree in specialty 201 - agronomy. - Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work consists of 40 pages of computer text, consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and recommendations for production and applications, contains 9 tables. The list of references includes 45 sources.

The qualification work provides a theoretical substantiation and practical solution to the scientific task of optimizing the nutrition of soybean plants through foliar fertilization, determines the rates of foliar fertilization and the formation of soybean yield of the Aurelia variety.

The study of the effect of foliar fertilization with complex microfertilizers on soybean productivity showed that to increase yields in farm conditions, the optimal rates of application of Vuksal Microalast and Vuksal Harrow are 2 l/ha. The use of this rate of microfertilizers contributed to an increase in yield by 37.00-38.82% compared to the control variant, while ensuring the highest grain quality. In addition, the use of these fertilizers provided the highest energy efficiency coefficient, which amounted to 1.67-1.81.

Keywords: soybean, yield, complex micronutrient fertilizers, crop structure, grain quality indicators, Vuksal Microalast, Vuksal Harrow, energy efficiency assessment, economic efficiency assessment.

ВСТУП

Актуальність теми. Серед багатьох сільськогосподарських культур соя є однією з найважливіших високобілкових та олійних культур у світовому сільському господарстві. Тому, завдяки цьому, посівні площі цієї культури у світі постійно зростають. Протягом вегетаційного періоду соєві боби синтезують два урожаї - білок і жир, - а також майже всі органічні речовини, що містяться в рослинному світі. Завдяки багатому та різноманітному хімічному складу сою використовують як продовольчу, кормову та олійну культуру, а за врожайністю та якістю не мають собі рівних серед рослинних ресурсів.

В Україні за останні 10 років посівні площі сої зросли з 583 тис. га до 1,8 млн га. Основною метою збільшення виробництва сої є вирішення проблеми рослинного білка та створення експортного потенціалу білкових ресурсів.

Враховуючи зростаючий попит на цю культуру та збільшення щорічно площ вирощування, актуальним питанням є підвищення продуктивності сої за рахунок удосконалення технологій її вирощування, проведення сортозаміни та сортооновлення. За рахунок своєї унікальності соя, на відміну від інших культур, привертає увагу сільськогосподарських товаровиробників [4].

Соя – відносно нова культура. Тому необхідне вдосконалення технології вирощування нових сортів цієї культури, а також оптимізація системи удобрення. Тема кваліфікаційної роботи була обрана частково тому, що ці проблеми не були достатньо вирішені.

Мета та задачі дослідження. Мета роботи – визначити, наскільки ефективно використовувати позакореневі підживлення для підвищення урожайності культури та їх вплив на якісні показники урожаю сої. Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі завдання:

- дослідити особливості формування симбіотичного апарату сої та динаміки накопичення надземної маси рослин залежно від застосування листового підживлення;

- визначити вплив умов живлення рослин сої на врожайність і якісні характеристики зерна.
- проаналізувати економічну та енергетичну ефективність використання добрив при вирощуванні сої.

Об'єктом дослідження є процеси росту, розвитку та формування врожайності сої, а також якісні характеристики її зерна під впливом та у взаємодії досліджуваних факторів.

Предмет дослідження - сорт сої, технології її вирощування, норми внесення комплексних добрив у поєднанні з обґрунтовано-кліматичними умовами досліджуваного регіону.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Dovbysh L., Kravchuk M., Nychyporchuk M., Borovichuk V., Pichuhina K., Smarchevskyi K., The effect of foliar fertilization with Manganese and Zinc on the productivity of pea varieties with different growing seasons Scientific Collection «InterConf+». 2024. № 52 (221) P. 360-369

2. Боровічук В., Кожух В., Мовчун В., Гайченя С, Аврамчук О. Ефективність використання азотних добрив на посівах сої при вирощуванні на чорноземах типових Вінницької області / *Інновації в агропромисловому виробництві* : збірник тез доповідей науково-практичної конференції молодих вчених і здобувачів освіти (м. Житомир, 07 листопада 2024), Житомир : Поліський національний університет. 2024. С. 60-64.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 40 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 9 таблиць. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, рекомендацій виробництву та додатків. Список використаної літератури нараховує 45 найменування.

РОЗДІЛ 1.

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНОГО ТА ПОЗАКОРЕНЕВОГО ЖИВЛЕННЯ (огляд літератури)

1.1. Особливості мінерального живлення сої

«Соя відноситься до родини бобових (*Leguminosae* Juss), підродини метеликових (*Papilionaceae* L.), роду соя (*Glycine* L.), виду соя культурна (*G. max.* Mer. або *G. hispida* Max.) [13]. Втчизняні учені класифікують шість підвидів сої: - напівкультурний (*gracilis*), індійський (*indica*), китайський (*chinensis*), корейський (*korajensis*), манчжурський (*manshurica*) і слов'янський (*slavonica*) [1, 3]. Батьківщиною є Китай та Південно-Східна Азія, де є надзвичайно велике різноманіття форм різного рівня сортів сої» [1; 6; 11].

Соя, як одна з найвибагливіших зернобобових культур, потребує значної кількості поживних речовин, зокрема азоту. Ефективність внесення добрив значною мірою залежить від обґрунтування агрохімічних властивостей, рівня його вологозабезпеченості, характеристики сорту та інших факторів. Тому під час планування удобрення необхідно замінити диференційований підхід. Без внесення добрив отримати високий урожай сої практично неможливо. Серед факторів, що впливають на врожайність цієї культури, близько 30 % успіху залежить від добрив, 20 % – від вибору сорту, по 15 % припадає на погодні умови та захист рослин, а решта 20 % розподіляється між ефективністю родючості підстави та якісною його обробкою [2, 10].

Соя досить вимоглива до елементів живлення. За даними [5, 6], для формування 100 кг зерна сої необхідно 9,3 кг азоту, 1 кг фосфору, 3 кг калію, 2,3 кг кальцію та 1 кг магнію. За даними [9], при урожайності 20 ц/га соя виносить з ґрунту 144 кг азоту, 32 кг фосфору і 35 кг калію, або відповідно 7,2; 1,6 і 1,75 кг на 100 кг зерна. Під час вегетаційного періоду споживання соєю поживних елементів є нерівномірним, що дозволяє виділити три основні фази за інтенсивністю споживання елементів живлення [6]. У першому періоді, від сходів

до початку цвітіння, соя потребує від 6 до 7 відсотків азоту, 5 до 6 відсотків фосфору та 7 до 10 відсотків калію. У другому періоді, починаючи з початку цвітіння та закінчуючи наливом зерна, ці показники становлять 58–60 % азоту, 60–65 % фосфору та 65–70 % калію. Споживання 30–35 відсотків азоту, 30–35 відсотків фосфору та 20–25 відсотків калію визначає третій період, який починається з початку наливу насіння та триває до повної стиглості насіння [7]. Азот найбільше використовується під час цвітіння та формування бобів; фосфор використовується під час періоду формування бобів; калій використовується через 87–95 днів після сходів; кальцій використовується на 70–80-й день; і магній використовується на 73–80-й день [2]. У фазу формування бобів уміст фосфору в надземній масі, що становить 0,05 %, приймається за мінімальний, 0,25–0,35 % – за оптимальний і 0,60 % – за максимальний. Швидкість засвоєння фосфору прогресивно зростає, досягаючи у фазу наливання насіння максимуму, який на високому рівні фосфатів досягає щоденно 0,45 кг/га [5].

Багаточисленними дослідженнями встановлено, що у 80 % випадків зміна урожайності сої залежить не тільки від фосфору, але і від калію. На бідних фосфором і дуже бідних калієм ґрунтах урожайність зерна сої зростає при збільшенні доз калію на фоні фосфору і без нього. Збільшення доз фосфору на фоні низької дози калію або без нього знижує урожай. За внесення високих доз фосфору і калію, у співвідношенні 1:1, продуктивність сої є невеликою. В цих випадках уміст фосфору в рослинах підвищується незначно, а калію – дуже сильно [8].

Встановлено, що при сумісному внесенні фосфору і калію в помірних і високих дозах рослини дозрівають на 7 днів раніше, ніж контрольні (без удобрення). Уміст фосфору в них упродовж вегетації змінюється в межах 0,23–0,55 %, а калію – 0,69–1,77 % на суху речовину. Найбільш високий урожай зерна отримують за вмісту в рослинах 0,35 % фосфору, а за подальшого його підвищення урожайність знижується [9].

В період від появи сходів до цвітіння вміст калію в рослинах сої збільшується з 0,3 до 5,7 %. За даними японських авторів, в стеблах сої міститься 4,2 % калію, а в листі – 2,6 %. За даними, отриманими в США, уміст калію в надземних частинах рослин становить 1,2–1,6 % [10, 17].

У фазу цвітіння вміст калію коливається від 0,5 до 4,5 %. В фазу формування плодів уміст калію знижується: в листі з 1,0 до 0,4 %, в стеблах з 0,8 до 0,3 %, а в насінні зберігається на рівні 1,6 % [11].

На початку свого розвитку соя використовує запас поживних речовин із сім'ядоль і тому не потребує великої кількості їх ззовні. Однак до фази цвітіння її потреби в поживних речовинах зростають. Для формування урожаю соя, порівняно з іншими зернобобовими культурами, використовує багато азоту [12, 13, 16].

За даними дослідів [14], в насінні сої в різні періоди його формування міститься від 6,2 до 6,3 % азоту, в бобах – від 2,45 до 0,88 %, в стеблах з листками – від 2,42 до 0,44 %. В дослідженнях, проведених в Японії, було встановлено, що в процесі формування бобів уміст азоту знижується з 4 до 1 %. [16, 17].

Велике використання поживних речовин за відносно невеликої продуктивності сої пояснюється тим, що її зерно на 60% складається з високоенергетичних сполук жиру і білка. Крім того, великими споживачами енергії є бульбочкові бактерії, які використовують стільки вуглеводів, що їх вистачило б на формування близько 6 ц зерна на гектар [18].

Внесення азотних добрив у поєднанні з інокуляцією сої призводить до різкого збільшення в зерні і соломі відсоткового вмісту азоту, практично не впливає на концентрацію в них фосфору, в той час зменшує вміст більшості елементів живлення в зерні і соломі. Зниження концентрації ряду поживних елементів в інокульованих мікроорганізмами рослинах, порівняно з неінокульованими, пояснюється різким збільшенням урожаю сої і пов'язаним з цим «ростовим» розчиненням поживних елементів в рослинах [1]. В інших дослідях також встановлено зниження концентрації елементів живлення,

особливо молібдену в рослинах сої при інокуляції бульбочковими бактеріями [19].

1.2. Продуктивність сої залежно від позакореневого підживлення

У зв'язку із зростанням урожайності і збільшенням виносу різних елементів з ґрунту значно зростає значення використання при вирощуванні різних культур мікроелементів. Є три причини для впровадження в систему удобрення внесення мікроелементів: зменшення кількості мікроелементів у ґрунті; друга причина — інтенсивні технології вирощування; і третя причина — наявність критичних періодів у землеробстві, пов'язаних із посухами, перезволоженням, низькими температурами та значними перепадами температури протягом доби. [20].

Молібден підвищує синтез хлорофілу, сприяє розвитку кореневої системи, прискорює розвиток і стимулює діяльність бульбочкових бактерій і бере безпосередню участь у фосфорному та азотному обміні [20, 21]. По мірі збільшення рН ґрунту доступність цього елемента для рослин збільшується. Тому особливо потребують внесення молібдену кислі ґрунти з рН нижче 5,5 [22]. Молібден необхідний рослинам для симбіотичної фіксації азоту і при відновленні нітратів [23].

При внесенні молібдену в кількості 0,2 кг/га урожайність сої збільшується на 30–55%, крім того, при цьому збільшується вміст азоту у вегетативній масі на 0,4–0,7% і в зерні – на 0,4–0,9%, а білка в насінні – на 2,5–5,6%, що показують досліди на сої [24]. Встановлено, що в насінні сої з високим умістом молібдену (48,4 мг/кг) його достатньо для того, щоб вирощені із нього рослини не потребували цього елемента навіть на ґрунтах, бідних молібденом [23].

За даними робіт [24], фіксація азоту бульбочковими бактеріями значно збільшується (в 7–20 разів) при додаванні солей кобальту.

Бор необхідний рослинам сої впродовж всього періоду вегетації, забезпечуючи транспортування асимілянтів у рослині. Він збільшує кількість квіток і плодів, покращує надходження у рослини азоту. Нестача бору призводить

до збільшення концентрації кальцію [11]. Токсичність надлишкової концентрації бору можна уникнути внесенням кальцію [13].

Для рослин застосування мікроелементів найбільш ефективно у формі комплексонатів (хелатів) металів. Вони мають ряд переваг. Наприклад, вони стійкі на всіх ґрунтах незалежно від їх кислотності [21].

За повідомленням Л. М. Доросинського, за внесення нітрагіну під сою приріст урожайності зерна становив 3,6 ц/га за врожайності на контролі 19,1 ц/га.

Застосування мікроелементів (молібден, сірка, цинк) збільшує вміст білка насінні сої до 30,8–36,2 % [12].

У ході вирощування будь-якої сільськогосподарської культури перед товаровиробниками виникає нагальне завдання щодо створення придатних умов для реалізації її потенційних можливостей. У зв'язку зі збільшенням посівних площ сої, постає питання оптимізації умов живлення культури, для забезпечення високої продуктивності.

Вагомим чинником сповільнення підвищення продуктивності сої є мало удосконалена система удобрення рослини. Особливого значення в нинішніх умовах набирає питання ресурсо- та енергозбереження за застосовування мінеральних добрив під сою. Це зумовлює проведення подальшого пошуку сучасних шляхів рішення цього питання з раціонального й ефективного використання різних препаратів та мінеральних добрив. [1, 2]

Як свідчать літературні джерела, «на формування 1 ц насіння сої потрібно 7,2-10,0 кг азоту 1,8-40 кг фосфору та 2,2-4,4 кг калію». Рослини сої, серед макроелементів, максимально засвоюють азот. Ця культура в змозі забезпечити на 70 % свої потреби в азоті, завдячуючи своїй здатності фіксувати атмосферний азот та з додатковим проведенням інокуляції насіння. [1].

Вагоме значення для азотфіксації має забезпечення бобових культур фосфором, за бульбочки можуть зовсім не утворюватися невисокого його вмісту в ґрунті. При недостатньому живленні фосфором у рослин сої погіршується засвоєння азоту. Бобові культури належать до рослин з підвищеним виносом

калію, і тому, внесення калійних добрив має позитивний вплив на продуктивність азотфіксації, це напевно пов'язано з фізіологічним впливом калію на вуглеводний обмін в рослинах. Особливо важливими мікроелементами для бобових культур є бор та молібден. При нестачі бору в бульбочках не можуть сформуватися судинні пучки, і тому порушується розвиток бактероїдної тканини. Дефіцит молібдену вповільнює утворення бульбочок, також порушується синтезування вільних амінокислот та леггемоглобіну. Для упередження та подолання ймовірного прояву нестачі цих важливих елементів мінерального живлення у виробництві застосовують мікродобрива для передпосівного протруювання насіння та внесення позакоренево – по листку. [18, 19].

Використання у виробництві мікроелементів є досить рентабельним, так як при відносно невисокій ціні вони проявляють захисний вплив по відношенню до різних хвороб, що позитивно відображуватиметься на кількісних та якісних показниках урожаю. [19].

Дослідження науковців вказують на позитивний вплив мінерального живлення культури в поєднанні з мікроелементами на врожайність та якісні показники зерна сої [20].

Дослідження, які були проведені в Правобережному Лісостепу, засвідчили, що найвища реалізація генетичного потенціалу сортів сої Горлиця та Вінничанка створилася за умов передпосівного обробітку насіння мікродобривом на хелатній основі Мікрофол Комбі (150 г/т) та проведенням у фазу бутонізації (0,5 кг/га) листового внесення цього добрива на фоні мінеральних добрив у дозі $N_{30}P_{60}K_{60}$ » [21].

В умовах Західного Лісостепу найкращі показники структури врожаю були досягнуті за внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{30}P_{60}K_{60}$ у поєднанні з обробкою насіння сумішшю препаратом Різогумін та мікродобривом Вуксал. Такий підхід сприяв формуванню у рослин найвищого прикріплення нижніх бобів на рослині - 15,9 см, максимальної кількості бобів - 25,4 шт. та

насінин - 49,8 шт. на одну рослину, а також збільшеному маси 1000 насінин до 179,1 г, маси насіння з однієї рослини 7,97 г та урожайності - 3,62 т/га [22].

Доведено, що листкове внесення у підживлення сої хелатних мікродобрих в умовах Лісостепу України дозволяє підвищити урожайність на 10–15 % [23]. На дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся застосування фоліарних підживлень мікродобривами Вуксал Оіл Сід та Квантум-Олійні сприяло збільшенню врожайності сої до 15 %. Поєднання обробки інокулянтом Легум Фікс із позакореневим підживленням препаратом Вуксал Оіл Сід (2,0 л/га) забезпечило високу врожайність сортів сої Кассіді - 3,06 т/га та ЕС Ментор до 3,11 т/га [20].

Отже, застосування добрив є вагомим компонентом у технології вирощування сої та який має суттєвий вплив на її продуктивність.

У розділі узагальнено та проаналізовано наукові здобутки вітчизняних і зарубіжних дослідників щодо особливостей росту та розвитку її, а також формування її врожайності залежно від мінерального живлення та позакореневого підживлення. Показано високу ефективність використання органічних і мінеральних добрив у технологіях вирощування цієї культури. Дослідження та вдосконалення адаптивних сортових технологій вирощування мають ключове значення як для загального розвитку галузі рослинництва, так і для досягнення максимальної врожайності зерна в умовах конкретних обґрунтовано-кліматичних зон.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення досліджень.

Місце проведення досліджень. Досліди з вивченням ефективності застосування у позакореневе підживлення різних комплексних добрив при вирощуванні сої проводилися у виробничих умовах ФГ «Стас» Козятинського району Вінницької області. За агрогрунтовим районуванням територія розміщення господарства знаходиться в зоні Лісостепу.

Досліди були закладені на чорноземах опідзолених крупно-пилувато легкосуглинкових на лесовидному суглинку. Глибина залягання ґрунтових вод 3,0-3,5 м. Фізико-хімічні показники ґрунту характеризуються вмістом гумусу, кислотністю, сумою поглинутих основ і ступенем насичення основами. Характеристика ґрунту на якому закладався дослід наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники чорнозему типового середньосуглинкового

Глибина шару, см	Гумус, %	pH сольовий	Гідролітична кислотність, мг-екв/100г ґрунту	Сума поглинутих основ мг-екв/100 г ґрунту	Ступінь насичення основами, %
0-20	3,44	6,1	1,25	21,4	95,1
20-40	2,30	6,6	1,05	23,5	95,7

2.2. Програма та методика проведення досліджень.

Мета і завдання дослідження. Мета досліджень полягала у встановленні можливості отримання стабільного врожаю зерна сої високої якості за рахунок проведення позакореневого підживлення комплексними добривами.

Досягнення поставленої мети передбачало вирішення таких завдань:

- встановити вплив листового удобрення на врожайність та показники якості зерна сої сорту Ауреліна;

- виявити ефективність підживлення сої різними нормами комплексних добрив у різні фази;

- визначити економічну та енергетичну ефективність застосування різних варіантів удобрення сої сорту Ауреліна на чорноземах типових;

Схема досліду представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Схема досліду

Фаза внесення	Норми внесення
Бутонізація	Без добрив (контроль)
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га
Формування бобів	Без добрив (контроль)
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га

Технологія вирощування сої була загальноприйнятою для Лісостепової зони. У досліді висівали сорт сої Ауреліна.

Підживлення було проведено багатокомпонентним хелатним комплексним мікродобривом «Вуксал Мікропласт» та «Вуксал борон» у такі фази: бутонізація та формування бобів, робоча норма розчину 280 л/га.

Перед збиранням урожаю з кожної облікової ділянки відбирали пробні снопи для визначення структури врожаю.

Облік врожайності сої було проведено методом суцільного збирання. Зерно з кожної облікової ділянки зважували окремо.

Методи дослідження. У роботі використано такі методи досліджень:

- польовий - вивчення предмету досліджень в умовах польового досліді;
- лабораторний - визначення агрохімічних показників ґрунту, показників якості зерна за стандартизованими методами;

- розрахунково-порівняльний - для оцінювання економічної і енергетичної ефективності застосування мінеральних добрив під сою на чорноземі опідзоленому;
- математично-статистичний - для проведення дисперсійного аналізу результатів досліджень.

Методика проведення досліджень

Польові дослідження із оптимізації умов живлення сої проводили у виробничому посіві впродовж 2022-2024 рр. на чорноземі типовому середньосуглинковому.

Закладання та проведення польових дослідів, відбір ґрунтових та рослинних зразків, підготовку їх до аналізу проводили згідно методичних рекомендацій та ДСТУ. Спостереження та облік урожаю проводили за методикою [25, 26], методичними рекомендаціями по проведенню досліджень. Аналіз зразків ґрунту і рослин виконували згідно ДСТУ у вимірювальній лабораторії Поліського національного університету. Відбір зразків зерна для визначення маси 1000 зерен здійснювали згідно ДСТУ 4138–2002, умісту білка згідно ДСТУ 4117:2007, умісту олії згідно ГОСТ 10857–64.

Упродовж вегетаційного періоду проводили біометричні виміри висоти рослин, спостереження за проходження фаз розвитку. Спостереження проводили на 20 постійно закріплених рослинах із двох несуміжних повторень.

Економічну та енергетичну продуктивність вирощування сої розраховували за сучасними загальноприйнятими методиками. Оцінку енергетичної ефективності елементів технології вирощування проводили згідно з рекомендаціями О.К.Медведовського і П.І.Іваненко. [28]. Економічну ефективність обчислювали за технологічною картою вирощування сої в господарстві і цінами, що склалися на 01.12.2024 р. статистичні обробку експериментальних даних проводили за загальноприйнятими методиками дисперсійного аналізу [27].

РОЗДІЛ 3 ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРОВЕДЕННЯ ЛИСТКОВОГО УДОБРЕННЯ

3.1. Формування густоти стояння і висоти рослин залежно від проведення позакоренових підживлень

Висока продуктивність соєвих посівів можлива лише за умови оптимального поєднання густоти рослин на одиницю площі та їх індивідуальної продуктивності. Соєві рослини, завдяки своїм біологічним характеристикам, є волого- і світлолюбивими, тому вони здатні максимально реалізувати свій потенціал урожайності лише за умов оптимальної густоти, достатньої вологості та наявності поживних речовин. Це, в свою чергу, впливає на облистяність, інтенсивність фотосинтезу, а також на обсяг і якість врожаю.

Таблиця 3.1

Густота стояння рослин сої залежно від внесення позакоренових підживлень (шт./м²), середнє за 2023-2024 рр.

Фаза внесення	Варіант досліджу	Густота рослин, шт./м ²	
		сходи	повна стиглість
Бутонізація	Без добрив (контроль)	73,3	64,7
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	76,2	66,7
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	78,8	70,4
Формува ння бобів	Без добрив (контроль)	73,3	65,4
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	77,4	69,8
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	76,3	67,9

У таблиці 3.1. наведено дані про густоту стояння рослин сої (шт./м²) залежно від внесення позакоренових підживлень. Враховано показники густоти рослин на двох етапах розвитку: на момент сходів та в період повної стиглості.

Густота сходів зростала зі збільшенням норми внесення добрив. Максимальні значення спостерігалися при внесенні Вуксал Мікропласт і Вуксал борон у дозі 2 л/га (78,8–76,3 шт./м²). Густота рослин на етапі повної стиглості також зростала залежно від норми підживлень. Найвищі показники досягали 70,4–67,9 шт./м² за внесення максимальних норм добрив.

У контрольних варіантах густота зменшувалася як на етапі сходів (73,1–73,3 шт./м²), так і на етапі повної стиглості (64,5–65,4 шт./м²), що вказує на позитивний вплив добрив на збереження густоти рослин.

Загалом результати демонструють ефективність застосування комплексу добрив Вуксал Мікропласт і Вуксал борон, особливо у вищих дозах, у підтриманні густоти стояння рослин сої.

Двократне позакоренове підживлення посівів сої позакореновим підживленням Вуксал Мікропласт та Вуксал борон сприяло збільшенню збереженості рослин на 1,0–2,3 % залежно від варіанту досліджу порівняно з аналогічними ділянками без застосування мікродобрива.

Ключовим морфобіологічним показником, що відображає реакцію рослин на зміни в умовах вирощування, є їхня висота. [29].

Дані, представлені у таблиці (табл. 3.2), відображають залежність висоти рослин сої від внесення різних позакоренових підживлень у різні фази росту та розвитку рослин. Дослідження охоплює середні показники за 2023–2024 рр., що дозволяє зробити висновки щодо впливу внесення мікродобрив на висоту сої на різних етапах її розвитку.

На основі проведених досліджень встановлено (табл. 3.2), що висота рослин сої варіювала залежно від фази їх росту і розвитку, збільшуючись на ділянках без позакоренового підживлення від 25,9–45,1 на початку цвітіння до 44,1–82,5 у

фазу наливу зерна, що на 70,3–82,9% більше, ніж на початку цвітіння, та на 15,1–22,4 % – порівняно з фазою формування бобів.

Таблиця 3.2.

Висота рослин сої залежно від внесення позакоренових підживлень, см, середнє за 2023–2024 рр.

Фаза внесення	Варіант досліджу	Фаза та період росту і розвитку рослин		
		початок цвітіння	формування бобів	налив зерна
Бутонізація	Без добрив (контроль)	25,9	38,3	44,1
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	36,2	54,1	66,2
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	39,9	59,7	72,5
Формування бобів	Без добрив (контроль)	27,7	41,1	47,4
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	38,2	57,4	69,8
	Вуксал Мікропласт + Вуксал борон	42,1	63,5	76,8

У кожній фазі росту спостерігається значне збільшення висоти рослин при внесенні підживлень у порівнянні з контролем. Найбільший приріст висоти відзначено у варіанті з внесенням Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га, особливо на етапі наливу зерна.

На контрольному варіанті висота рослин поступово зростала, але залишалася найменшою серед усіх варіантів. Наприклад, на етапі наливу зерна максимальне значення становило 47,4 см. Разом з тим при внесенні «Вуксал Мікропласт» + «Вуксал борон» у дозі 1 л/га кожного, висота значно перевищувала контроль, досягаючи 69,8 см на етапі наливу зерна. Тобто, внесення добрив у дозі 1 л/га вже забезпечує суттєвий приріст висоти, яка перевищує контрольний варіант на 20-25% залежно від фази росту.

Коли доза добрив була збільшена до 2 л/га, рослини були ще вищими, досягаючи 76,8 см у цій же фазі.

Отже, внесення у позакореневе підживлення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон значно впливає на ріст і розвиток рослин сої, зокрема на їх висоту у різних фазах онтогенезу. Аналіз показує, що додаткове внесення мікродобрив сприяє активізації фізіологічних процесів у рослинах, забезпечуючи стабільне зростання їхніх біометричних показників на всіх етапах розвитку.

Позакореневі підживлення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон є ефективним інструментом для підвищення висоти рослин сої та їх продуктивності. Максимальна доза (2 л/га) забезпечує найвищі показники, що вказує на доцільність застосування цих добрив у сучасних технологіях вирощування сої. Це дозволяє значно покращити біометричні параметри рослин, що є основою для отримання високих і стабільних врожаїв.

3.2. Вплив позакорневих підживлень на показники структури врожаю сої

Рівень індивідуальної продуктивності рослин є одним із основних факторів, що впливають на реалізацію потенціалу врожайності сої. Цей показник дозволяє оцінити біологічну врожайність посівів, яка відіграє ключову роль у плануванні врожаю сільськогосподарських культур. [30, 31].

Результати досліджень, представлені в таблиці 3.3, демонструють вплив позакорневих підживлень на показники елементів структури врожаю сої за середніми даними 2022–2024 років.

Використання позакорневих підживлень Вуксал Мікропласт і Вуксал борон сприяло значному збільшенню основних елементів структури врожаю сої, таких як кількість бобів, зерен, маса 1000 зерен та загальна врожайність. Максимальні результати досягнуто при внесенні добрив у дозі 2 л/га, що підтверджує їх ефективність для підвищення продуктивності сої.

Таблиця 3.3

Показники елементів структури врожаю сої за середніми даними 2023–2024 років.

Фази внесення	Варіанти дослідку*	Кількість, шт./роsl.		Маса, г	
		бобів	насіння	насінин з 1 рослини	1000 насінин
Бутонізац ія	1	9,5	17,7	1,71	96,1
	2	11,2	23,3	2,49	106,4
	3	11,5	24,2	2,64	108,8
Формуван ня бобів	1	9,8	18,3	1,82	98,9
	2	11,5	23,8	2,60	108,9
	3	11,8	24,9	2,79	111,9

Примітка: 1. Без підживлення (контроль); 2. Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га; Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га.

У контрольному варіанті без підживлення кількість бобів становила 9,3–9,8 шт./рослину. Застосування добрив значно підвищило цей показник, досягаючи 11,5–11,8 шт./рослину при максимальній дозі Вуксал Мікропласт і Вуксал борон (2 л/га). У контрольному варіанті кількість зерен становила 17,5–18,3 шт./рослину. Під впливом добрив цей показник збільшився до 24,2–24,9 шт./рослину за внесення 2 л/га добрив.

У контрольних рослин маса 1000 зерен була найнижчою (1,71–1,82 г). Підживлення суттєво підвищувало цей показник до 2,64–2,79 г за максимальної дози добрив.

Таким чином, включення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон у систему удобрення є доцільним агротехнічним прийомом, який сприяє не лише збільшенню врожайності, але й забезпечує стабільність якісних показників насіння, що важливо для збереження та підвищення економічної ефективності вирощування сої.

Отже, всі елементи структури врожаю брали участь у його формуванні і змінювались під впливом позакоренових підживлень. У результаті проведених

досліджень встановлено, що найкращі показники структури врожаю, зокрема 11,8 бобів на рослині, 24,9 насінин на рослині, 2,79 г насінин з рослини, з масою 1000 насінин 111,9 г було забезпечено позакореневим підживленням.

3.3. Урожайність сої залежно від проведення позакореневих підживлень

Застосування добрив та позакореневих підживлень є одним із найефективніших способів підвищення врожайності сої. Дослідження свідчать, що оптимізована система удобрення, яка враховує потребу рослин у поживних речовинах на різних етапах органогенезу, може забезпечити максимальний урожай. Особливе значення при цьому мають мікроелементи, здатні збільшити врожайність на 15–24% [32].

Таблиця 3.4

Урожайність зерна сої залежно від внесення позакореневих підживлень, т/га, (середнє за 2022-2024 рр.)

Фаза внесення	Варіанти досліду	Урожайність, середня (2022-2024 рр.)	Приріст по фактору А		Приріст по фактору В	
			т/га	%	т/га	%
Бутонізація	Контроль	2,18	—	—	—	—
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га	2,69	—	—	0,51	23,39
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га	2,99	—	—	0,81	37,00
Формування бобів	Без добрив (контроль)	2,27	0,09	3,98	—	—
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га	2,86	0,17	6,32	0,59	26,18
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га	3,15	0,16	5,36	0,88	38,82
НІР ₀₅		0,03	0,02		0,02	

Позакореневе підживлення добривами Вуксал Мікропласт і Вуксал борон має значний позитивний вплив на врожайність зерна сої, що підтверджується

дослідженнями за різними дозами та фазами росту рослин (табл. 3.4). Результати досліджень демонструють залежність урожайності зерна сої від внесення позакоренових підживлень за даними 2022–2024 років. Урожайність оцінювали за використання різних норм добрив і в порівнянні з контрольними варіантами без підживлення.

Урожайність сої у варіантах з підживленням значно перевищувала контроль. При застосуванні доз Вуксал Мікропласт і Вуксал борон у 2 л/га підвищення врожайності складало 23,39-38,82 % у порівнянні з варіантом без добрив.

Найвищі показники досягнуті за внесення максимальної дози Вуксал Мікропласт і Вуксал борон (2 л/га), що підвищувало врожайність на 0,81–0,88 т/га порівняно з контролем. Фактори дозування добрив і їх взаємодія суттєво вплинули на результати, що підтверджено значеннями НІР05 (найменша істотна різниця).

Хоча застосування добрив потребує додаткових витрат, отриманий приріст урожайності забезпечує суттєву економічну вигоду. Використання мікродобрив є економічно виправданим завдяки їх здатності забезпечувати стабільність та високу якість врожаю.

Позакоренове підживлення сої Вуксал Мікропласт і Вуксал борон є ефективним агротехнічним прийомом для підвищення продуктивності культури. Максимальні дози (2 л/га) показали найкращий результат, забезпечуючи значний приріст урожайності, покращення якості насіння та підвищення загальної стійкості рослин. Ці результати свідчать про доцільність включення таких добрив у систему удобрення сої, що допомагає досягти стабільних і високих показників врожаю, навіть за умов нестабільного клімату чи інших стресових факторів.

3.4. Вплив удобрення на якість насіння сої

Ефективність систем удобрення визначається, зокрема, їх впливом на якість отриманої сільськогосподарської продукції. Отже, систему удобрення варто

розглядати не лише як інструмент підвищення врожайності, а й як важливий фактор, що регулює якість врожаю. Під якістю сільськогосподарської продукції розуміють комплексний показник, який охоплює вміст органічних сполук, таких як білки, вуглеводи, жири й вітаміни, визначаючи її поживну цінність. Крім того, цей показник включає збалансованість за макро- та мікроелементами, а також технологічні властивості продукції [17, 15, 34, 35].

Формування насіння з високим умістом легкозасвоюваного протеїну значною мірою залежить від азоту. Відомо, що соя засвоює азот як із ґрунту, так і з повітря. Завдяки зміні умов азотного живлення можна збільшити вміст білка в зерні на 20–50% [13, 38, 39, 40, 41].

Таблиця 3.5

Вплив позакоренових підживлень на показники якості зерна сої, середнє за 2022–2024 рр.

Варіант досліджу		Уміст білка, %	Уміст олії, %
Без позакоренового підживлення	Без підживлення (контроль)	38,4	22,9
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га	38,8	22,5
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га	39,2	22,3
Позакоренево підживлення	Без підживлення (контроль)	39,3	23,6
	Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га	39,6	23,1
	Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га	40,1	23,0

Застосування позакоренових підживлень Вуксал Мікропласт і Вуксал борон значно впливає на хімічний склад зерна сої, зокрема на вміст білка та олії, що є важливими показниками якості врожаю (табл. 3.5).

На контрольному варіанті вміст білка був 38,4–39,3%. Зі збільшенням дози добрив вміст білка підвищувався, досягаючи 39,2–40,1% за внесення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон у дозі 2 л/га.

Вміст олії у контрольному варіанті становив 22,9–23,6%. При застосуванні підживлень спостерігалася тенденція до зниження вмісту олії, який складав 22,3–23,0% за максимальної дози.

Застосування позакореневих підживлень Вуксал Мікропласт і Вуксал борон позитивно впливає на вміст білка в зерні сої, особливо при максимальній дозі (2 л/га). Водночас вміст олії має тенденцію до незначного зниження при зростанні дози підживлень.

Отже, внесення добрив сприяло значному збільшенню вмісту білка в зерні. Найвищі показники досягалися при максимальній дозі добрив (2 л/га), що свідчить про ефективність цього варіанту підживлення. Зростання вмісту білка пов'язане з покращеним засвоєнням азоту та інших мікроелементів, які забезпечуються завдяки позакореновим підживленням.

Позакореневе підживлення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон є ефективним заходом для підвищення білкової якості зерна сої. Максимальні дози (2 л/га) демонструють найкращий результат, забезпечуючи зростання вмісту білка, що робить зерно більш цінним для харчової промисловості та кормового використання. При цьому зниження вмісту олії є незначним і не впливає суттєво на загальну якість насіння. Застосування таких підживлень також сприяє поліпшенню умов ґрунтового середовища, що позитивно відображається на загальній продуктивності культури.

Рекомендовано включати ці добрива до системи удобрення сої для досягнення оптимального співвідношення білка та олії у зерні, враховуючи потреби кінцевих споживачів і специфіку ґрунтових умов.

3.5. Економічна та енергетична оцінка застосування позакореневих підживлень при вирощуванні сої

Важливим завданням аграрного виробництва є високоефективне та раціональне використання землі, тобто стабільне нарощування виробництва продукції рослинництва [43, 44, 45].

В умовах ринкової економіки економіко-енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур стає ключовим чинником їх конкурентоспроможності. Вибір економічно вигідних технологій, які забезпечують максимальну віддачу від використаних ресурсів, слід здійснювати на основі результатів досліджень та всебічного аналізу технологічних процесів.

Цей підхід сприяє зниженню обсягів виробничих витрат, підвищенню якості продукції та оптимізації витрат на виробництво. Для обґрунтування найбільш ефективного поєднання агротехнічних заходів, що стали об'єктом нашого дослідження, було проведено оцінку економічної ефективності удобрення сої. Норми виробітку та ціни на ручні й механізовані роботи враховували відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва [43].

Розрахунки економічної ефективності удобрення сої здійснювали за цінами, які сформувались на кінець жовтня 2024 року. При визначенні вартості валової продукції з 1 га в розрахунках використовували основний вид продукції – зерно.

У результаті проведення розрахунку економічної оцінки ефективності удобрення комплексними добривами було встановлено, що вартість одержаної продукції за вирощування сої змінювалась із такою ж закономірністю, як і врожайність культури.

У таблиці 3.5 наведено результати дослідження економічної ефективності різних варіантів удобрення сої на різних фазах її розвитку: бутонізації та формування бобів. Параметри включають урожайність, вартість продукції, виробничі затрати, собівартість продукції, умовно чистий прибуток та рівень рентабельності.

Таблиця 3.5.

Економічна ефективність вирощування сої залежно від норм внесення позакоренових підживлень (середнє за 2022-2024 роки)

Фази внесення	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Вартість продукції, грн./ га	Виробничі затрати, грн./га	Собівартість, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн	Рівень рентабельності, %
Бутоні- зація	1	2,18	26160	15120	6936	11040	73,0
	2	2,69	32280	16530	6145	15750	95,3
	3	2,99	35880	17030	5696	18850	110,7
Формуван- ня бобів	1	2,27	27240	15120	6661	12120	80,2
	2	2,86	34320	16530	5780	17790	107,6
	3	3,15	37800	17030	5406	20770	122,0

Як свідчать дані, що наведені у таблиці 3.5, зі збільшенням урожайності зерна за рахунок покращення умов живлення рослин вартість вирощеної продукції підвищувалася до 35880-37800 грн/га проти 26160-27240 грн/га на контролі. Максимальний показник становить 37800 грн/га на третьому варіанті, де у позакореневе підживлення у фазу формування бобів вносили по 2 л/га Вуксал Мікропласт і Вуксал борон.

Разом з тим із внесенням у позакореневе підживлення мікродобрив збільшувались і затрати на вирощування врожаю до 17030 грн./га. Умовно чистий дохід при вирощуванні сої найвищим був на де у позакореневе підживлення у фазу формування бобів вносили по 2 л/га Вуксал Мікропласт і Вуксал борон – 20770 грн./га.

Рівень рентабельності на ділянках, де не вносили мікродобрив, був 73,0-80,2%. За внесення мікродобрив він підвищився в залежності від норми внесених добрив. За норми внесення добрив 1 л/га він був – 95,3-107,6%, а при внесенні 2 л/га – 110,7-122,0%.

Сільськогосподарське виробництво з кожним роком потребує все більше енергії та сировини для вирощування культур, тому його енергетичні та матеріальні ресурси зростають. Постійно зростають розходи на виробництво одиниці сільськогосподарської продукції, оскільки для отримання додаткового центнера врожаю необхідно вкладати енергію. Ця енергія надходить не лише з органічних і мінеральних добрив, а й з усіх факторів родючості, які активно впливають на ріст і розвиток рослин. Не дивно, що на сучасному етапі виробництва для підвищення врожайності сільськогосподарських культур енерговитрати на техніку, добрива, пестициди та меліорацію значно перевищують встановлені норми [42, 45].

У цих умовах завдання економії енергії та пошуку її альтернативних джерел стають одними з найважливіших для розвитку землеробства. Їхнє вирішення може стабілізувати розвиток цієї ключової галузі сільськогосподарського виробництва. Тому оцінка будь-якого агротехнічного заходу та системи застосування добрив повинна базуватися на цих принципах.

Таблиця 3.6. демонструє вплив різних варіантів позакореневого підживлення в різних фазах розвитку сої сорту Ауреліна (бутонізація та формування бобів) на енергетичну ефективність вирощування культури.

Застосування позакореневих підживлень у дослідженні сприяло зростанню енергоємності технології вирощування сої: від 18992 МДж на контрольній ділянці до 21006 МДж на ділянці з варіантом, де вносили Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га. Разом із підвищенням енергоємності технології спостерігалось зростання енергоємності врожаю, після внесення добрив був вищий урожай зерна. Найнижчу енергоємність врожаю зафіксовано на контролі – 38565 - 40157 МДж залежно від норми внесення мікродобрив для позакореневого підживлення.

Таблиця 3.6.

Енергетична ефективність проведення позакореневого підживлення сої

Фази внесення	Варіанти удобрення	Урожайність, т/га	Вміст енергії у врожаю, МДж	Затрати енергії на виращування врожаю, МДж	Чиста енергія МДж	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Бутонізація	1	2,18	38565	18662	19903	1,07
	2	2,69	47587	19834	27753	1,32
	3	2,99	52894	21006	31888	1,61
Формування бобів	1	2,27	40157	18662	21495	1,15
	2	2,86	50594	19834	30760	1,46
	3	3,15	55724	21006	34718	1,75

Примітка: 1. Без підживлення (контроль); 2. Вуксал Мікропласт 1 л/га + Вуксал борон 1 л/га; Вуксал Мікропласт 2 л/га + Вуксал борон 2 л/га.

Найвищу енергоємність врожаю було досягнуто на ділянках, де вносили у листкове удобрення Вуксал Мікропласт + Вуксал борон у нормі 2 л/га – 52894 - 55724 МДж залежно від внесення добрив у різні фази. Зростання енергоємності виявилось інтенсивнішим порівняно з енергоємністю технології, що призвело до підвищення коефіцієнтів енергетичної ефективності від 1,07-1,15 (на контролі) до 1,61-1,75 (на варіанті 3).

Таким чином, внесення у позакореневе підживлення комплексних добрив Вуксал Мікропласт (2 л/га) + Вуксал борон (2 л/га) у різні фази розвитку рослин сої сорту Ауреліна забезпечує високу енергетичну ефективність вирощування культури. Найбільший позитивний результат був досягнутий за норми добрив 2 л/га у фазу формування бобів у сої.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі наведено теоретичне обґрунтування та практичне вирішення наукового завдання щодо оптимізації живлення рослин сої за вирощування її на чорноземі типовому в умовах Вінниччини, визначено дію позакореневих підживлень поживний режим та формування врожаю сої, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Внесення мінеральних добрив суттєво вплинуло на густоту рослин перед збиранням урожаю. На ділянці з нормою удобрення Вуксал Мікропласт (2 л/га) + Вуксал борон (2 л/га) у фази бутонізації та формування бобів густота рослин наприкінці вегетації була найвищою – 70,4 – 67,9 шт./м², що на 6,7 – 9,3% більше порівняно з контролем.

2. Висота рослин у досліді залежала від доз внесення мікродобрив та фази внесення. Найнижчі рослини (44,1-47,4 см) були зафіксовані на контрольній ділянці, тоді як внесення мікродобрив у нормі 2 л/га забезпечило збільшення висоти на 27,4-29,4 см, досягнувши максимального показника у 72,5-76,8 см.

3. Внесення мінеральних добрив підвищило показники індивідуальної продуктивності сої. За максимальною нормою удобрення комплексними добривами у фазу бутонізації та формування бобів було досягнуто найкращих результатів: кількість на одній рослині бобів – 11,5-11,8 шт., насіння з однієї рослини – 24,2-24,9 шт., маса 1000 насінин – 108,8-111,9 г.

4. Застосування комплексних мікродобрив у листкове удобрення збільшує врожайність сої сорту Ментор. Якщо середня врожайність на контролі становила 2,18-2,27 т/га, то за внесення 2 л/га мікродобрив збільшилась врожайність до 2,99-3,15 т/га, що є найвищим із запропонованих варіантів. Приріст до контролю становить 37,0-38,8 відсотка, або 0,81-0,88 т/га.

5. Комплексні мікродобрива для листового внесення мали вплив на показники якості насіння сої. За їх внесення вміст олії та білку підвищувався залежно від дози внесення мікродобрив. На контрольному варіанті вони були

22,9-23,6% та 38,4 -39,3% відповідно, а при внесенні 2 л/га мікродобрих – 22,3-23,0% та 39,2-40,1% відповідно.

6. За рахунок підвищення врожайності сої завдяки фоліарному удобренню також зростала й економічна ефективність їх використання. На 3 варіанті чистий прибуток був найвищим і коливався від 18850 грн/га до 20770 грн/га залежно від фази проведення підживлення. На цьому варіанті було одержано найвищу рентабельність – 110,7-122,0%.

7. Енергетична оцінка ефективності використання добрив показала, що найкращим варіантом був 3, де проводили підживлення Вуксал Мікропласт (2 л/га) + Вуксал борон (2 л/га), коефіцієнт енергетичної ефективності складав на цьому варіанті склав 1,61-1,75.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В агроформуваннях різних форм власності Вінницької області для одержання урожайності сої сорту Ауреліна на рівні 2,99-3,15 т/га з вмістом сирого протеїну в зерні 38,4-39,3 % на чорноземних ґрунтах рекомендовано проводити листкове внесення Вуксал Мікропласт і Вуксал борон у фази бутонізації та формування бобів у нормі по 2 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) : монографія / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернишенко. – Х : ФОП Цуварева Н. М., 2016. – 400 с.
2. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. / В.В. Лихочвор - 2-ге видання, виправлене.– К.: Центр навчальної літератури. – 2004. – 808 с
3. Лихочвор В. В. Соя виходить за межі соєвого поясу / В. В. Лихочвор, Р. М. Панасюк // Пропозиція. – 2010. – № 4. – С. 58–60.
4. Баранов А. І. Особливості формування врожайності сої в умовах Полісся України / А. І. Баранов, О. С. Ступіцька // Агропромислове виробництво Полісся : зб. наук. праць. – Житомир, 2014. – Вип. 7. – С. 118–121.
5. Бикіна Н.М. Управління продуктивністю сої за ресурсозберігаючих технологій вирощування. SWorld – 18-29 June 2013
6. Жушков О.Г., Іванів М.О., Марченко Т.Ю., Возняк В.В. Сучасне виробництво сої як елемент розв'язання проблеми харчового білка: світові тренди та вітчизняні реалії. Таврійський науковий вісник. 2020. Випуск 116. Частина 1. С. 54–63
7. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І.М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності: монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 275 с
8. Мазур В.А., Гончарук І.В., Дідур І.М., Панцирева Г. В., Телекало Н.В., Купчук І.М. Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки зернобобових культур: монографія. Вінниця: НіланЛТД, 2021. 180 с
9. Бербенець О.В. Світове виробництво сої як невичерпного джерела білків рослинного походження та місце України на світовому ринку торгівлі нею. Агросвіт. 2019. № 10. С.41–45..

10. Дідора В. Г., Деробон І. Ю., Саврасих Л. Д. Фактори підвищення родючості ґрунту за вивчення елементів технології вирощування сої. Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53), т. 1. С. 132–139
11. Мірзоева Т.В., Логвин І.М. Інноваційні напрями розвитку виробництва сої. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. 2013. Вип. 181(2). С. 242–247.
12. Врожай онлайн 2021. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2021> (дата звернення: 07.09.2021 р.).
13. Визначено місце України серед ТОП-10 країн-виробників сої в світі. 2020.
14. Бахмат О., Бахмат М., Федорук І. Сортова продуктивність зерна сої в умовах Лісостепу Західного. Аграрна наука та освіта Поділля. 2017. С. 59– 62.
15. Чорна В. М. Насіннева продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво. 2016. Вип. 82. С. 69–77.
16. <http://shareuapotential.com/ru/BE/ukrainian-soya-2023.html>
17. <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-soi-i-produktov-pererabotki-2023-god>
18. Мельник А. В., Дудка А. А., Романько А. Ю. Сучасні мікродобрива для позакореневого підживлення сої. Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України : матеріали ІІІ Міжнародної науково- практичної конференції, м. Київ, 25–26 вересня 2019 р., Київ. 2019. С. 21–22
19. Шовкова О. В., Коротич Є. В. Ефективність мікродобрив для передпосівної обробки насіння сої. Вісник ПДАА. 2021. № 4. С. 98–102.
20. Pooja, T., Chae-In, N., & Yoonha, K. (2021). Effect of silicon fertilizer treatment on nodule formation and yield in soybean (*Glycine max* L.). *European Journal of Agronomy*, 122. doi: 10.1016/j.eja.2020.126172

21. Zablotsnyi, H. M., Tsyhanskyi, V. I., & Tsyhanska, O. I. (2015). Vplyv mineralnykh dobryv ta mikroдобryv na formuvannia indyvidualnoi produktyvnosti roslin soi v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho. *Ahrobiolohiia*, 2, 130–133
22. Chynchyk, O. S. (2016). Vplyv sposobiv udobrennia na formuvannia struktury ta vrozhaivosti soi (*Glycine max* (L.) Merr.) v umovakh Lisostepu Zakhidnoho. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 24, 35–41
23. Novytska, N. V., & Dzhemesiuk, O. V. (2017). Formuvannia urozhaivosti soi pid vplyvom inokuliatsii ta pidzhyvlennia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1–2, 43–47. doi: 10.31210/visnyk2017.1-2.09
24. Як низьке виробництво сої в 2020 році вплине на переробну галузь – «Дунайська Соя». АПК-Інформ. 2021. URL : <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/opinion/1517303> (дата звернення: 07.09.2021 р.).
25. Мазур В.А., Липовий В.Г., Мордванюк М.О. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. Посіб. Вінниця : ТВОРИ. 2020. 204 с
26. Овчарук О.В. Методи аналізу в агрономії та агроекології: навчальний посібник / Овчарук О.В., Овчарук В.І., Овчарук О.В., Хоміна В.Я., Мостіпан М.І., Кулик Г.А. / за ред. професора В.І. Овчарука. - Кам'янець-Подільський, Харків: Мачулин, 2019 - 364 с
27. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві : навчальний посібник / [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С.П. Голобородько, С. В. Коковіхін]. – Херсон : Айлант, 2008. – 272 с
28. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К. : Урожай, 1988. – 204 с.
29. Дудка А. А., Романько А. Ю., Бруньов М. І. Сучасні рішення для живлення рослин сої в умовах зміни клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, червень 2020 р. Київ, 2020. 133–136

30. Гамаюнова В.В. Формування продуктивності сої залежно від сорту, мінерального живлення та обробки насіння біопрепаратами на півдні України / В.В. Гамаюнова, А.А. Назарчук // Агропромислове виробництво Полісся, Вип. 6. (Зб. наук.праць Інституту СГ Полісся). – Житомир, 2013 - С.70-73
31. Бабич А. О. Стан та перспективи вирощування сої в умовах Волино-Подільського Лісостепу / А. О. Бабич, В. Г. Молдован, Ж. А. Молдован // Корми і кормовиробництво. – 2011. – Вип. 69. – С. 108–112.
32. Бабич А. О. Моделі технології вирощування сої, їх економічна ефективність та конкурентоспроможність / А. О. Бабич, О. М. Венедіктова // Корми і кормовиробництво. – 2006. – Вип. 56. – С. 22–29.
33. Федорук І.В. Сортова продуктивність зерна сої залежно від інокуляції насіння та внесення мікродобрих в умовах Лісостепу західного : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 – рослинництво. Кам'янець-Подільський. 2021. 251 с.
34. Григор'єва Т. М. Вплив азотфіксуючих бактерій на розвиток рослин і продуктивність сої / Т. М. Григор'єва // Вісник Уманського ДАУ. – 2002 – № 5. – С. 192–197.
35. Вожегова Р.А. Особливості накопичення сирієї маси та сухої речовини, фотосинтетична діяльність сої при вирощуванні в умовах Півдня України / Р.А. Вожегова, М.А. Мельник // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2014. – Вип. 4. – С. 114-121
36. Нетіс В.І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування / В.І. Нетіс // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Грінь Д. С., 2018. – Вип. 99. – С. 100-107
37. Джемесюк О. В. Вплив підживлення на динаміку формування площі листової поверхні посівів сої / О. В. Джемесюк, Н. В. Новицька, І. В. Свистунова // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – №2 (50), Т. 1. – 2015. – С. 207–212.
38. Дем'яненко В.О. Вплив мікродобрих на продуктивність сої в Північному Степу України. Центральнoукраїнський національний технічний

університет с. 84-86 *сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика* (20 листопада 2019 р.)

39. Шевніков М. Я. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів / М. Я. Шевніков, М. Ю. Кулібаба // Вісник Полт. держ. аграрн. академії. – 2013 – № 3. – С. 41–44.

40. Шевніков М. Я., Якісні показники насіння сої залежно від впливу мінеральних добрив і бактеріальних добрив / Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2014. - № 4. - С. 25-29.

41. Худяков О. І. Вплив позакореневого підживлення рідким добривом на якість сої / О. І. Худяков // Вісник аграрної науки. – 2011. – №9. – С. 49–50

42. Бойко П. І. Енергетичні засади ефективного використання ресурсів у сільському господарстві / П. І. Бойко, Н. П. Коваленко, В. В. Гангур [та ін.] // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2010. - № 3. – С. 14-18.

43. Збарський В. К. Економіка сільського господарства / В. К. Збарський, В. І. Мацибора, А. А. Чалий. – К. : Каравела, 2009. – 264 с.

44. Казакова І. В. Економічна та енергетична оцінка ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. *Інноваційна економіка: всеукр. наук.-виробн. журнал*. 2012. № 2. С. 113-116.

45. Пархомець М. К., Гудак В. В. Організаційно-економічний механізм забезпечення дохідності сільськогосподарських підприємств: теорія, методика, практика: монографія. Тернопіль: ТНЕУ, 2014. 256 с.

ДОДАТКИ

Ауреліна – сорт, який ламає стереотипи по врожайності та вмісту білка у групі стиглості 000. Сорт дозріває надзвичайно рано та у посушливому 2018 році продемонстрував одну з найвищих стійкостей до розтріскування стручка. Велике зерно та світлий колір рубчика роблять Ауреліну привабливою для вирощування. Швидкий розвиток на початкових етапах та беззаперечна стійкість до вилягання забезпечують чудовий профіль сорту.

Протеїн: 45-47%;

Вміст жиру: 21-22%;

Ступінь гілкування: середній;

Ширина міжряддя: 12,5-45 см

Тип росту: індетермінантний;

Насіннєвий рубчик: жовтий;

Маса тисячі насінин: 200-220 г.

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДВОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ 2Х3

ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	2,31	17	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	0,02	2	-	-	-
ФАКТОРНА	2,29	5	0,46	1546,69	3,33
ФАКТОР А	0,09	1	0,09	292,60	4,96
ФАКТОР В	2,20	2	1,10	3709,94	4,10
ВЗАЄМОДІЇ АВ	0,01	2	0,00	10,47	4,10
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,00	10	0,00		

СЕРЕДНІ ЗНАЧЕННЯ І НІР

ФАКТОР А	ФАКТОР В			Середні по А
	1	2	3	
1	2,18	2,69	2,99	2,62
2	2,27	2,86	3,15	2,76
Середні по В	2,22	2,78	3,07	2,69

T-коэф.= 2,2281389

НІР = 0,03 для оцінки істотності різниці часткових середніх

НІР = 0,02 для оцінки істотності різниці середніх по фактору А

НІР = 0,02 для оцінки істотності різниці середніх по фактору В і АВ

Добриво Вуксал Мікроплант Висококонцентрована суспензія для профілактики та усунення дефіциту широкого спектру мікроелементів з додатковими ефектами прилипача та сурфактанту. Вуксал Мікроплант - комплексна суспензія з високим вмістом широкого спектру мікроелементів. Додатково містить Магній, Калій та Азот для попередження дисбалансу живлення рослин та посилення інтенсивності фотосинтезу. Вуксал Мікроплант рекомендується для позакореневого підживлення культур, які вирощуються за інтенсивною технологією. Використання Вуксал Мікроплант гарантує постачання всіх мікроелементів, необхідних рослині в період її активного росту, усуває гострий та запобігає їх прихованому дефіциту, що призводить до збільшення продуктивності культур.

Склад, г/л N K₂O MgO SO₃ B Cu* Fe* Mn* Zn* Mo Мікроплант 78,0 157 47 202,5 4,7 7,9 15,7 23,6 15,7 0,15

Переваги препарату: - Високий вміст широкого спектру елементів живлення - Усуває та запобігає дефіциту елементів живлення - Додатково містить Магній, Калій та Азот для попередження дисбалансу у живленні та посилення інтенсивності фотосинтезу - Всі елементи живлення повністю та швидко проникають у рослину - Надхелатування EDTA пом'якшує робочий розчин - Прекрасно сумісний із більшістю пестицидів - Наявність спеціальних добавок підвищує ефективність дії засобів захисту рослин (ЗЗР) та забезпечує оптимальне поглинання поживних речовин незалежно від погодних умов. Норма внесення (на 1 обробку л/га) - 0,5-2,5 л/га

«Вуксал Борон» являє собою висококонцентровану суспензію, до складу якої входять незамінні макро- і мікроелементи, необхідні для нормального росту овочевих, злакових, бульбових та інших видів сільськогосподарської рослинності. Добриво насичене азотом, бором, фосфором, молібденом, міддю, цинком та ін. Завдяки збалансованим пропорціям активних речовин, воно забезпечує істотне збільшення врожайності.

Переваги мікродобрива «Вуксал Борон»

Мікродобриво Вуксал Борон - суспензія з високим вмістом бору, азоту і фосфору для усунення дефіциту бору у цукрових буряків, кукурудзи, овочевих та інших культур.

N - 10,8%, P₂O₅ - 13,5%, B - 9,5%, Cu- 0,675 г / л, Fe - 1,35, Mn - 0,675, Mo - 0,013, Zn - 0,675 г / л.

Висококонцентроване добриво - суспензія для листових підгодівлі для швидкого і безпечного запобігання дефіциту Бора

Характеристики:

Вуксал Борон - суспензія для позакореневого внесення, яка гарантує надзвичайно ефективне поглинання бору через листову поверхню і квітучу тканину (колір). Вуксал Борон - це більше ніж просто борне добриво, так як містить також інші мікроелементи: стимулює ріст рослин в умовах фізіологічного стресу на ранніх стадіях росту і сумісний з пестицидами. Як результат: підвищення кількості та якості врожаю.

Кислотність Вуксалу Борон в робочому розчині відповідає фізіологічним значенням, що є найбільш прийнятним для рослин. Вуксал Борон особливо рекомендується для вирощування фруктів, в виноградарстві, овочівництві і просапних культурах, які найбільш чутливі до дефіциту бору, дуже часто разом зі «прихованим» дефіцитом інших мікроелементів.

Вуксал Борон містить спеціальні прилипачі, які гарантують відмінну стійкість до змивання і прекрасні, рівномірно прилипаючі якості, незважаючи на незадовільні погодні умови. Висококонцентроване бороно - суспензійне добриво. Додаткові елементи покращують зростання та плодоношення рослин.

Основні переваги Вуксалу Борон:

- Високоєфективний і простий у використанні;
- Значно підвищена ефективність бору, що обумовлює проникність азоту і фосфору;
- Відмінна кислотність в робочому розчині (рН 6,5) забезпечує гарне змішування з пестицидами;
- Покращує стійкість до посухи молодих с / г культур (Наприклад у фазі 6-10 справжніх листків);
- Гарантує поставки фосфору через листову поверхню незважаючи на несприятливі погодні умови, такі як весняний холод, посушливі періоди і ін ..

Фізико - хімічні властивості:

Щільність: 1,37 г / см

Вуксал Борон рН показник: в пор. 6,8.

Колір зелений.