

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

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Присяжнюк Юрій Володимирович

УДК: 635.755:633 15:631.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**ВПЛИВ РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ТОВ «ЕЛІТА – АГРО Ч.В.В.»
БЕРДИЧІВСЬКОГО РАЙОНУ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

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

Керівник роботи

канд. с.-г. наук, доцент Довбиш Л.Л.

Житомир–2025

ЗМІСТ

	сторінка
АНОТАЦІЯ.....	3
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОПТИМІЗАЦІЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ (огляд літератури)	8
1.1. Народногосподарське значення та виробництво сої в Україні та світі ..	7
1.2. Вплив удобрення на формування продуктивності сої	11
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПОРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	18
2.1. Місце та умови проведення досліджень	18
2.2. Програма та методика проведення досліджень	18
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ (експериментальна частина)	21
3.1. Формування продуктивності сої під дією різних норм мінерального живлення	21
3.2. Врожайність сої Стелла залежно від різних норм добрив	31
3.3. Залежність якісних показників насіння сої Стелла від рівня удобрення	33
3.4. Економічна та енергетична ефективність застосування добрив при вирощуванні сої сорту Стелла	35
ВИСНОВКИ	39
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	41
ДОДАТКИ.....	46

АНОТАЦІЯ

Присяжнюк Ю.В. Вплив рівнів мінерального живлення на продуктивність сої в умовах ТОВ «Еліта – Агро Ч.В.В.» Бердичівського району Житомирської області – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота складається з 48 сторінок комп'ютерного набору, яка містить 7 таблиць і 4 рисунки. У роботі міститься вступ, три розділи, висновки, пропозиції щодо виробництва та додатки. У списку використаних джерел є 45 найменувань.

У кваліфікаційній роботі викладено результати дослідження впливу різних норм мінеральних добрив при посіві та позакореевого підживлення у фазу бутонізації на врожайність сої сорту Стелла.

Проведені експерименти підтвердили, що застосування мінеральних добрив сприяє підвищенню продуктивності культури. Зокрема, середня врожайність у контрольному варіанті становила 1,84 т/га, тоді як використання добрив за схемою $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові дозволило досягти врожайності 2,57 т/га — найвищого показника серед запропонованих варіантів. Збільшення врожайності у порівнянні з контролем склало 39,40% або 0,73 т/га. Чистий прибуток був максимальним у шостому варіанті й становив 28881 грн/га, при цьому вартість продукції досягла 47545 грн/га. Також енергетична оцінка ефективності удобрення показала, що найкращим виявився саме цей варіант з коефіцієнтом енергетичної ефективності 1,35.

Ключові слова: соя, DUOFERTIL 30, «Найс бобові», урожайність, якісні показники.

ANNOTATION

Prysyazhnyuk Yu.V. The influence of mineral nutrition levels on soybean productivity at Elita-Agro Ch.V.V. LLC in the Berdychiv district of Zhytomyr region – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 201 – agronomy. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work consists of 48 pages of computer typesetting, containing 7 tables and 4 figures. The work contains an introduction, three chapters, conclusions, recommendations for production, and appendices. The list of references contains 45 titles.

The qualification work presents the results of a study of the effect of different rates of mineral fertilizers during sowing and foliar feeding in the budding phase on the yield of Stella soybeans.

The experiments confirmed that the use of mineral fertilizers contributes to increased crop productivity. In particular, the average yield in the control variant was 1.84 t/ha, while the use of fertilizers according to the N10P20S20+Nais legumes scheme allowed to achieve a yield of 2.57 t/ha — the highest indicator among the proposed variants. The increase in yield compared to the control was 39.40% or 0.73 t/ha. The net profit was highest in the sixth variant and amounted to 28,881 UAH/ha, while the cost of production reached 47,545 UAH/ha. The energy assessment of fertilizer efficiency also showed that this option was the best, with an energy efficiency coefficient of 1.35.

Keywords: soybeans, DUOFERTIL 30, “Nays Bobovi”, yield, quality indicators.

ВСТУП

Соя є стратегічною зернобобовою культурою, яка відіграє важливу роль у світовому землеробстві XXI століття. Її вирощування стає ключовим чинником розв'язання проблеми дефіциту білків, забезпечення додаткових джерел жирів, підвищення родючості ґрунтів та зміцнення економічної стійкості сільських господарств. У зв'язку з цим соя сьогодні посідає провідні позиції в Україні як за темпами збільшення посівних площ, так і за обсягами виробництва. Підвищення врожайності сої значною мірою залежить від розробки й упровадження виробничих технологій, які максимально враховують генетичні особливості конкретних сортів і їхню взаємодію з комплексом гідротермічних умов та антропогенних впливів.

Соя є однією з ключових високобілкових і олійних культур у світовому землеробстві, що пояснює постійне розширення її посівних площ у глобальному масштабі. Упродовж вегетаційного періоду соя формує два основні урожаї – білкова та жирова складові, які становлять до 60% маси насіння. Крім того, ця культура синтезує практично всі органічні речовини, характерні для рослинного середовища. Завдяки багатому та різноманітному хімічному складу, соя виступає універсальною продовольчою, кормовою та олійною культурою. Її вирощування сприяє залученню атмосферного азоту до процесів агровиробництва, покращенню хімічних і фізичних характеристик ґрунту, підвищенню фітосанітарного стану посівних площ і значному збільшенню продуктивності одиниці сівозмінної території.

Україна, як лідер у виробництві сої на Євразійському континенті, займає провідну позицію в Європі за кількістю виведених та впроваджених сортів цієї культури. Країна також продовжує розширювати площі під посіви сої, орієнтуючи зростання її виробництва на вирішення проблеми забезпечення рослинним білком і розвиток експортного потенціалу білкових ресурсів.

Проте, попри збільшення посівних площ, біологічний потенціал продуктивності сучасних сортів сої реалізується лише на рівні 38–56%. Досягнення оптимального показника у 78–92% потребує вдосконалення окремих

елементів технології вирощування цієї культури. Таке удосконалення забезпечить зростання продуктивності та якості насіння, що є вирішальним для підвищення ефективності агропромислових систем в Україні.

Проте, соя, як відносно нова культура, потребує постійного вдосконалення технологій вирощування та оптимізації системи удобрення, яка досі залишається предметом наукових дискусій. Саме ці невирішені питання зумовили вибір теми цього дослідження.

Метою даної роботи є визначення специфіки формування врожайності, якості зерна та біоенергетичної продуктивності сої залежно від рівнів мінерального удобрення.

Основні завдання дослідження включають:

1. Аналіз росту, розвитку та реалізації потенціалу врожайності сої у відповідь на різні рівні удобрення.
2. Дослідження процесу формування густоти посівів при застосуванні змінних норм добрив.
3. Виявлення закономірностей азотфіксації сої за умов комбінованого використання допосівного та позакореневого азотного живлення.
4. Оцінка економічної та біоенергетичної доцільності технологічних моделей вирощування сої в умовах Лісостепу України.

Об'єкт дослідження - процеси росту, розвитку та формування врожайності сої, а також якісні характеристики її зерна під впливом різноманітних факторів.

Предмет дослідження - сорт сої Стелла, технологія її вирощування, а також норми внесення мінерального живлення та позакореневого підживлення у взаємозв'язку з ґрунтово-кліматичними умовами регіону проведення дослідження.

Методи дослідження: - польовий, що дозволяє вивчити вплив погодних і агротехнічних умов; - візуальний для спостереження за фенологічними фазами розвитку рослин; - ваговий, який використовується для оцінки біохімічних показників росту, включаючи вміст сухої речовини; - кількісний, необхідний для аналізу густоти посівів, рівня схожості та виживаності рослин; - метод пробного

снопа, спрямований на оцінку індивідуальної продуктивності рослин; - лабораторний для визначення якісного складу зерна; - розрахунково-порівняльний, який забезпечує оцінку економічної та енергетичної ефективності застосованих технологій.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Присяжнюк Ю. Вплив систем удобрення на якість зерна сої на чорноземах вилугуваних правобережного Лісостепу. *Сучасні аспекти раціонального землекористування*: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, ПНУ, 6-7 листопада 2025. С.122-127.

2. Дідора В., Придворов Ю., Присяжнюк Ю. Якість сої залежно від передпосівного обробітку насіння. *Сучасні аспекти раціонального землекористування*: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, ПНУ, 6-7 листопада 2025. С.37-41.

3. Довбиш Л., Кравчук М., Куликівський В., Присяжнюк Ю. Вплив системи удобрення на урожайність насіння сої на чорноземах вилугуваних правобережного Лісостепу. *Сучасні аспекти раціонального землекористування*: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, ПНУ, 6-7 листопада 2025. С.114-117.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота викладена на 48 сторінках комп'ютерного тексту, вона містить 7 таблиць та 4 рисунків. Складається зі вступу, 3 розділів, висновків, пропозицій виробництву та додатків. Список використаної літератури нараховує 45 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОПТИМІЗАЦІЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ НАСІННЯ СОЇ

(огляд літератури)

1.1. Народногосподарське значення та виробництво сої в Україні та світі.

Соя є однією з найдавніших культур зернобобового типу. У Китаї її почали вирощувати ще за 4 тисячі років до нашої ери. Згодом соя поширилася й на інші країни Азії, зокрема Індію, Японію, Корею, В'єтнам та Індонезію. У цих регіонах вона стала основним джерелом рослинного білка та олії, широко використовуваним у харчуванні у різних формах. [1].

Особливе місце соя посідала в китайській культурі, де насіння цієї рослини імператори сіяли особисто під час урочистих обрядів. У Європі соя з'явилася лише у XVIII столітті, проте справжню популярність здобула у XX столітті, коли її почали широко вирощувати. [2]

Походження виду *G. hispida* Maxim тісно пов'язане з Південно-Східною Азією, де досі зустрічаються дикі форми рослини. У цьому регіоні знайдено багате розмаїття місцевих сортів сої, серед яких трапляються як примітивні форми з ознаками диких, так і витончені культурні різновиди. Тут також поширений споріднений вид - *G. gracilis* Skworz., а також дикий родич *G. ussuriensis* Rgl. Et Maack. [1, 2].

На сучасному етапі аграрного господарства соя залишається вкрай затребуваною культурою через її значущість у вирішенні проблеми рослинного білка та забезпечення сировиною для багатьох галузей промисловості. Популярність серед аграріїв пояснюється високою поживною цінністю зерна. У його складі може міститися від 30 до 45% рослинного білка, 17-27% олії, 20-30% вуглеводів і близько 2% різних вітамінів. [1, 4]

Соя є одночасно цінною олійною та білковою культурою. Її зерна містять до 43% повноцінного білка, а в окремих випадках цей показник може досягати 50-52%. Білок сої збалансований за амінокислотним складом і за властивостями

нагадує білок курячих яєць. Соя також багата на олію, яка легко засвоюється організмом і включає незамінні жирні кислоти, які не синтезуються в тілі людини чи тварин. Вміст олії в зернах сої може сягати 27%, завдяки чому соя може успішно змагатися з іншими технічними культурами, які вирощуються спеціально для виробництва олії. Крім того, соя містить до 30% вуглеводів, зокрема крохмалю, а також є джерелом численних вітамінів. [1, 2, 3, 4, 5]

Вирощуючи сою, господарства отримують два цінних продукти: білки та олії. Насіння сої характеризується оптимальним складом біологічно активних речовин. Зокрема, воно містить фосфатиди (2,5%), легко засвоювані мінеральні солі (кальцій, калій, магній, фосфор), а також такі вітаміни, як B1, B2, B3, B6, PP і C. Завдяки цьому сою широко застосовують для промислового виробництва вітамінів. [4, 5, 6].

Соя з економічної точки зору є вигідною культурою, яку можливо вирощувати без внесення азотних добрив та пестицидів. Її вирощування не лише сприяє збереженню, але й поліпшенню родючості ґрунту. Це пов'язано з накопиченням азоту внаслідок симбіозу з бульбочковими бактеріями, що позитивно впливає на стан ґрунтів. [7]

Вирощування сої не шкодить навколишньому середовищу, а навпаки, сприяє його захисту, що робить цю культуру перспективною та незамінною. Завдяки високому вмісту білка та інших корисних компонентів, вона була визнана стратегічною культурою, згідно зі звітом ЮНЕСКО. На сьогодні соя є ключовою складовою світового кормовиробництва, забезпечуючи виробництво якісного м'яса, молока та яєць [1, 7].

Корми, виготовлені на основі сої, характеризуються високою поживністю. Наприклад, у 1 кг насіння сої міститься 1,38 кормових одиниць (к.од.) і 380 г перетравного протеїну. Соєве борошно має показники 1,20 к.од. і 375 г; шрот – 1,21 к.од. і 420 г; макуха – 1,19 к.од. і 410 г; зелена маса – 0,21 к.од. і 35 г; сіно – 0,51 к.од. і 140 г; солома – 0,38 к.од. і 48 г; трав'яне борошно – 0,69 к.од. і 120 г; кукурудзяно-соєвий силос – 0,15 к.од. і 22 г протеїну. Завдяки високому вмісту

білка (38-40% у насінні), соя є основним джерелом рослинного білка для кормів. За поживними властивостями 1 кг сої здатен замінити близько двох кілограмів м'яса чи риби [1, 2, 7].

Останнім часом спостерігається тенденція до зростання площ посівів сої, однак її середня врожайність за останні роки не перевищує 2,2 т/га, що значно нижче потенційних можливостей культури. Однією з головних причин цього є нестача необхідних макро- і мікроелементів у ґрунті, яка порушує ключові біологічні процеси в рослинах та обмежує продуктивність культури. [8]

Основними країнами-виробниками сої є Бразилія, США та Аргентина, на які припадає понад 80% світового виробництва. При цьому частка Бразилії становить 35-40%. Згідно з останніми даними USDA (червень 2024 року), глобальне виробництво сої в сезоні 2023/24 досягло приблизно 370 млн тонн, що на 10 млн тонн більше порівняно з попереднім сезоном (360 млн тонн).[9]



Рис. 1.1. Валовий збір сої в Україні 2015-2024 роки [10]

Соя відноситься до не традиційних культур, які зазвичай вирощували агровиробники України. До 2010 року загальна площа посівів цієї культури в Україні складала приблизно 1 млн га. [9, 10].

Протягом останнього десятиліття основними регіонами вирощування сої в Україні були центральні області, такі як Полтавська, Вінницька, Кіровоградська та Київська. У той же час останніми роками відзначається суттєве розширення площі її посівів у західних регіонах, зокрема у Хмельницькій та Тернопільській областях [10].

По вирощуванні сої 2024 рік став рекордним. У цьому році загальний обсяг зібраного врожаю сої становив 6 млн 14 тис. тонн, за середньої врожайності 2,3 т/га. Лідерами за врожайністю були такі області: Івано-Франківська (3,2 т/га), Львівська (3,1 т/га), Хмельницька (3,0 т/га). Найбільший збір сої було відмічено у таких областях: Хмельницька (828,3 тис. т.), Житомирська (540,7 тис. т), Полтавська (494,1 тис. т). Також у 2024 році відбулося зростання площі під соєю до 2,6 млн га проти 1,8 млн га у 2023 році. [9, 10, 11].

1.2. Вплив удобрення на формування продуктивності сої

Соя належить до культур, які потребують високого рівня поживних елементів у ґрунті та збалансованого мінерального живлення. Особлива увага приділяється критичним фазам росту: цвітінню та формуванню бобів. У цей період навіть незначний дефіцит одного з елементів може спричинити абортівність квіток і зав'язі, а також недостатнє наповнення насіння. [1, 2]. Більш того, сучасні високопродуктивні сорти мають високий потенціал для формування значної врожайності лише за умов оптимального забезпечення мінеральними добривами. [2, 7]

Фахівці зазначають, що на формування 1 центнера насіння сої потрібно близько 7,2–10,0 кг азоту, 1,7–4,0 кг фосфору, 2,2–4,4 кг калію, 0,8–1,0 кг магнію і 1,8–2,1 кг кальцію [1, 2, 7]. За результатами досліджень Лихочвора В. В. [11], ці витрати є дещо нижчими: 6,5–7,5 кг азоту, 1,3–1,7 кг фосфору та 1,8–2,2 кг калію. В експериментах Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН було встановлено, що соя сорту Київська-27 на сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах витрачала на формування 1 центнера насіння і

відповідної кількості побічної продукції 7,3–7,8 кг азоту, 2,4–2,5 кг фосфору, 2,9–3,6 кг калію та 2,4–2,6 кг кальцію [6]. Перевага азоту над іншими елементами пояснюється високим вмістом білка в насінні культури [1]. Кількість засвоєних елементів живлення залежить від ґрунтово-кліматичних умов вирощування, співвідношення поживних речовин у ґрунті та рослині, особливостей росту і розвитку рослин у фітоценозі [4, 12, 13].

Протягом вегетаційного періоду потреба в основних елементах живлення у рослин сої змінюється. На ранніх етапах розвитку між сходами і фазою цвітіння рослина росте дуже повільно, споживаючи невелику кількість поживних речовин. У цей проміжок соя найбільше потребує калію, помірно – азоту та ще менше – фосфору, які становлять відповідно 24-26%, 16-17% і 8-12% від загального споживання за вегетацію. [13, 14]. Інші дослідники наводять схожі дані. Наприклад, за [15], споживання макроелементів у цьому періоді не перевищує 7,6-9,4% для калію, 5,9-6,8% для азоту і 4,6-4,7% для фосфору. За Бабичем А. О. [6], ці показники складають 24,7%, 16,6% і 10,4% відповідно; а за Бахматом О. М. [7]. – 6-7%, 5-6% та 7-10%.

У фазах цвітіння, формування та наливу бобів потреба сої в поживних речовинах різко зростає. Наприклад, за Бабичем А. О. [6], споживання в цей час досягає 78,4% для азоту, 50% для фосфору та 82,1% для калію. Дані [15] говорять про відповідно 57,9–59,7% азоту, 59,4–64,7% фосфору і 66–70% калію, а Бахмат О. М. [7] зазначає схожі показники в межах 58–60%, 60–65% та 65–70%.

Під час наливу бобів і до завершення дозрівання інтенсивність поглинання макроелементів поступово знижується. За Циганською О.І. [16], в цей період соя засвоює приблизно 33,7–36,3% азоту, 30,6–36% фосфору та 18,9–26,4% калію; згідно зі спостереженнями Бахмата О. М. [7], ці показники становлять 30–35%, 30–35% і 20–25%.

Найчутливішою до азотного живлення соя є за 2-3 тижні до початку цвітіння і впродовж двох тижнів після цього. Дефіцит азоту в ці періоди різко знижує врожайність, яку неможливо компенсувати пізнішим застосуванням

добрив. [2]. У цей час добове поглинання азоту рослиною може досягати 5 кг/добу. [1, 2].

Існує три основні способи отримання організмом сої азоту, необхідного для її розвитку: через поглинання ґрунтового азоту, біологічне фіксування азоту з атмосфери та за рахунок мінеральних добрив. [17, 18, 19]. Кількість азоту, що їх рослина засвоює з повітря, залежать від вмісту цього елементу в ґрунті – що бідніший ґрунт, то активніше відбувається процес азотфіксації. [9] Наприклад, зниження кількості ґрунтового азоту до 41-80 мг/кг значно стимулює симбіотичну азотфіксацію. [20].

Згідно з поглядами деяких дослідників, за умов недостатнього азотного живлення сої, рекомендується проведення позакореневого підживлення на стадіях бутонізації та формування бобів, із застосуванням 20 кг діючої речовини азоту на гектар, з можливим включенням мікронутрієнтів та сірки за потреби. [9].

Після збору врожаю соя залишає значну кількість біологічно фіксованого азоту (60–150 кг/га), який засвоюється наступними культурами приблизно на 90–100 %, тоді як коефіцієнт використання мінерального азоту становить лише 50–60 %. Крім того, на гектар залишається приблизно 20–25 кг/га фосфору та 30–40 кг/га калію [21, 22].

Соя також значною мірою потребує калію, оскільки він відіграє ключову роль у процесах синтезу білка, підтриманні водного балансу, розподілі вуглеводів, азотному обміні та підвищенні стійкості рослин до хвороб і вилягання. Крім того, калій сприяє кращому засвоєнню фосфору й азоту. На відміну від інших макроелементів, цей елемент характеризується швидшою міграцією до організму рослини. [23, 24]

Максимальна засвоюваність калію припадає на період 87-95 діб після появи сходів і знижується за два-три тижні до фази дозрівання насіння. [1]. За дослідженнями, наприкінці періоду цвітіння соя потребує калію в 1,5 раза більше, ніж азоту– приблизно 18,5-20,1%. [20], У процесі дозрівання ця пропорція змінюється, і кількість засвоєного калію порівняно з азотом зменшується до 26,4-

18,9%. Вважається, що самі по собі калійні добрива не мають вирішального впливу на ріст і розвиток сої. Однак їх комбіноване застосування разом із азотними та фосфорними добривами значно сприяє формуванню високих урожаїв. [25]

Щодо фосфору, соя споживає його у найменших кількостях порівняно з азотом і калієм. Цей елемент входить до складу мінеральних і органічних речовин, а також нуклеопротейдів і нуклеїнових кислот. Він необхідний для синтезу білка, росту й розмноження рослин, передачі спадкової інформації та формування якісних показників урожаю. [2, 3, 25]. За нестачі фосфору сповільнюється ріст рослин і зменшується площа листкової поверхні, що помітно негативно впливає на врожайність. [1].

Засвоєння фосфору кореневою системою починається протягом перших 3-5 діб після проростання насіння й досягає максимуму (до 0,45 кг/добу) у фазі формування бобів. Поглинання фосфору припиняється приблизно за 10 днів до повної стиглості насіння. [1, 2, 16]. Соя інтенсивно накопичує значну частину фосфору на ранніх етапах розвитку з тимчасовим його зберіганням у вегетативних органах; згодом цей елемент переміщується у насіння. [14, 21]. В умовах оптимальної вологості засвоєння фосфору відбувається у 2-3 рази інтенсивніше, ніж під час посухи. [1]. Усі потреби у фосфорі соя задовольняє завдяки його запасам у ґрунті та внесенню відповідних добрив. [1, 2, 26].

Згідно з даними численних досліджень [1, 14, 26], оптимальне забезпечення рослин фосфорно-калійними добривами суттєво покращує розвиток кореневої системи, сприяє збільшенню маси та кількості бульбочок, підвищує ефективність симбіотичних процесів і вміст олії в насінні, а також знижує рівень ураженості рослин хворобами, що зрештою позначається на зростанні продуктивності культури.

На думку Лихочвора В. В. і Петриченка В. Ф. [2], ефективним для сої є внесення добрив у нормі $P_{45-60}K_{45-60}$ під основний обробіток ґрунту. Дані їхніх досліджень свідчать про те, що внесення $P_{30}K_{30}$ і $P_{90}K_{90}$ забезпечувало врожайність

сорту Устя на рівні 2,45 т/га і 2,77 т/га відповідно із приростом урожайності порівняно з контролем на рівні 0,26 т/га (11,9 %) і 0,58 т/га (26,5 %).

У дослідженнях, [27] встановлено, що внесення добрив у дозуванні P_{45} сприяло збільшенню врожайності на 0,51–0,58 т/га, тоді як застосування лише калійних добрив не призводило до значних змін порівняно із контрольним варіантом. Максимальне зростання врожайності на рівні 0,19–0,80 т/га спостерігалось у разі комбінованого використання калію, азоту та фосфору, що підтверджує високу ефективність комплексного мінерального удобрення. [27],

Згідно з результатами досліджень Бабича А. О. . [6], застосування добрив у дозуванні $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало формування врожайності насіння сої на рівні 1,95 т/га, а дозування $N_{60}P_{90}K_{90}$ підвищувало врожайність до 2,14 т/га. Натомість на ділянках без удобрення цей показник становив лише 1,65 т/га. [5].

Фосфорно-калійні добрива значною мірою впливають також на хімічний склад насіння сої. Внесення добрив у дозуванні $P_{45}K_{120}$ за умов проведення оранки та дискування сприяло підвищенню виходу сирого протеїну на 0,56 т/га та олії на 0,42 т/га порівняно з варіантами без удобрення. [28].

Рекомендовано застосовувати мінеральні добрива під основний обробіток ґрунту в нормі $N_{45}P_{60-90}K_{60-90}$ відповідно до досліджень Бабича А. О. [5]. У його експериментах внесення $N_{45}P_{60}K_{60}$ забезпечило приріст урожайності насіння сої на 0,37 т/га для сорту Золотиста і 0,43 т/га для сорту Омега Вінницька. [6].

За даними Петриченка В. Ф. [2], для отримання урожайності на рівні 3,0–3,5 т/га на сірих лісових ґрунтах потрібно вносити 60 кг/га фосфорних і калійних добрив під зяблеву оранку та 30–45 кг/га азотних добрив навесні.

Дослідження [13], для Північного Лісостепу свідчать про найбільшу ефективність норм $N_{45}P_{90}K_{90}$ та $N_{30}P_{60}K_{60}$ з додаванням N_{10} компенсуючої дії соломи на фоні інокуляції насіння. Це сприяло формуванню врожайності сорту Устя на рівні 1,84–2,14 т/га.

Дослідження [28, 29], демонструють, що в умовах правобережного Лісостепу чорноземи типові опідзолені найкраще реагували на внесення

$N_{45}P_{45}K_{45}$. Такий підхід дозволив отримати врожай сортів Артеміда, Єлена і Київська 98 у межах 2,55-3,56 т/га без негативного впливу на розвиток бульбочкових бактерій.

За результатами Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило приріст урожаю сої порівняно з неудобренним варіантом: для сорту Білосніжка – 0,31 т/га, Романтика – 0,31 т/га, Аметист – 0,18 т/га і Мрія – 0,21 т/га. [30]. Така сама норма добрив на темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу лівобережного сприяла формуванню врожаю 3,5 т/га. [24].

Для забезпечення оптимального росту та розвитку сої суттєве значення мають мікроелементи. Їхній дефіцит призводить до підвищення сприйнятливості рослин до патогенів, а також до редукції врожайності та погіршення якісних показників насіннєвого матеріалу. Оптимальний рівень мікроелементів є першочерговою передумовою для інтенсифікації процесів біологічної азотфіксації атмосферного азоту. Серед ключових мікроелементів для сої виділяють бор, молібден та кобальт, які рекомендовано застосовувати у формі розчинів шляхом позакореневого внесення. [31].

Лихочвор В. В. і Петриченко В. Ф. наголошують на необхідності внесення комплексу мікроелементів у разі використання мінеральних добрив у нормі $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$ незалежно від типу ґрунту. [2]

Інтегроване застосування мікроелементів у комбінації з основними мінеральними добривами $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечує суттєве підвищення врожайності. Зокрема, встановлено, що молібден сприяє зростанню на 4,0 ц/га, бор – на 1,2 ц/га, мідь – на 1,5 ц/га, магній – на 1,6 ц/га, комплекс міді – на 3,9 ц/га, а комплекс цинку – на 1,2 ц/га. Позакореневе внесення мідного комплексу підвищує врожайність сої в середньому на 3,4 ц/га, молібдену – на 1,8 ц/га, а заліза – на 1,4 ц/га. [16]

Соя демонструє істотну потребу в мікроелементах у період формування бобів, що є ключовою фазою азотфіксації. Дослідження, проведені Хмельницькою обласною дослідною сільськогосподарською станцією, додатково

засвідчують високу чутливість сої до позакореневого підживлення комплексними препаратами (Fe, Zn, Mo, Cu) у фазі цвітіння [18].

Таким чином, аналіз наукової літератури дозволяє констатувати, що врожайність сої є варіабельним показником, який обумовлений різноманітними агротехнічними заходами в технології вирощування. Одним із пріоритетних завдань є формування системи живлення, розробленої на екологічних засадах із застосуванням принципів енергозбереження. З огляду на це, у цьому дослідженні було приділено увагу вивченню системи удобрення при вирощуванні перспективних сортів.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце та умови проведення дослідження

Дослідження, з вивчення впливу різних рівнів мінерального живлення на продуктивність сої сорту Стелла, проводились в умовах ТОВ «ЕЛІТА – АГРО Ч.В.В.» Бердичівського району Житомирської області.

Територія господарства згідно з агроґрунтовим районуванням належить до зони Лісостепу.

Досліди з вивчення різних норм мінеральних добрив були закладені на чорноземах вилугуваних легкосуглинкових на лесі. Аналіз вилугованого чорнозему в шарі 0-30 см мав такі показники: вміст гумусу знаходився в межах 2,7-3,0%, реакція середовища ґрунту слабокисла рН 5,6-5,8.

Таблиця.2.1.

Хімічний склад ґрунту дослідної ділянки, середньозважені значення, мг/кг.

Шар ґрунту, см	N		P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₄ ²⁻	Mn	Cu	Zn	Co
	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺							
0-20	3,4-4,9	2,8-7,2	153,0-98,1	269,5	1,9	92,6	0,14	1,13	0,34

2.2. Програма та методика проведення досліджень.

Програма досліджень передбачала визначити в польових умовах ріст, розвиток та продуктивність сої сорту Стелла, залежно від різних норм мінеральних добрив, що вносили при посіві.

Метою даної роботи є визначення специфіки формування врожайності, якості зерна та біоенергетичної продуктивності сої залежно від рівнів мінерального удобрення.

Основні завдання дослідження включають:

1. Аналіз росту, розвитку та реалізації потенціалу врожайності сої у відповідь на різні рівні удобрення.

2. Дослідження процесу формування густоти посівів при застосуванні змінних норм добрив.

3. Виявлення закономірностей азотфіксації сої за умов комбінованого використання допосівного та позакореневого живлення.

4. Оцінка економічної та біоенергетичної ефективності технологічних процесів вирощування сої в умовах Лісостепу України.

Схема досліду передбачала такі варіанти удобрення.

Таблиця 2.2.

Схема досліду

Варіанти удобрення	Терміни внесення
$N_0P_0S_0$	Контроль
$N_5P_{10}S_{10}$	50 кг добрива під час посіву (DUOFERTIL 30)
$N_{10}P_{20}S_{20}$	100 кг добрива під час посіву (DUOFERTIL 30)
$N_0P_0S_0$ +Найс бобові	Контроль + позакореневе підживлення у фазу бутонізації (2 л/га)
$N_5P_{10}S_{10}$ +Найс бобові	50 кг добрива під час посіву + позакореневе підживлення у фазу бутонізації (2 л/га)
$N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові	100 кг добрива під час посіву + позакореневе підживлення у фазу бутонізації (2 л/га)

Добрива вносили при посіві в рядки. Використовували комплексне добриво *DUOFERTIL 30* ($N_{10}P_{20}S_{20}$ 0,09% Cu, 0,1% Zn, біокомплекси MPPA DUO, ХСК) фірми *TIMAC AGRO*.

Позакореневе підживлення рослин в фазі бутонізації рослин сої проведена хелатним мікродобривом *Найс Бобові* від компанії *ALFA Smart Agro*. Мікродобриво Найс бобові містить, %: N-2.5, MgO-1.5, SO_3 -4.5, B-0.3, Cu-0.1, Fe-0.2, Mn-0.8, Mo-0.3, Zn-0.3, Co-0.002, + Cu, Fe, Zn, Mn – схелатовані ЕДТА (норма внесення 2 л/га). Норма розходу робочого розчину 300 л/га.

Технологія вирощування сої – загальноприйнята для регіону. Облік урожайності проводили комбайном Джон Дір 9870sts в фазу повної стиглості.

Виробничий дослід був закладений на 15 гектарах.

Підготовка та обробіток ґрунту під вирощування сої відповідали загальноприйнятим стандартам для Лісостепової зони України. Основна мета полягала у вирівнюванні поверхні ґрунту, збереженні його вологи та ефективному знищенні бур'янів, що дозволяло створити оптимальні умови для росту і розвитку культури. У дослідженні важливу роль відігравала озима пшениця як попередник.

Дослідницькі роботи здійснювалися згідно з загальноприйнятими методичними рекомендаціями, що охоплювали наступні аспекти [32, 33].:

- фенологічні спостереження виконували за методиками, вказаними у нормативних документах. Фази росту і розвитку рослин фіксували поетапно: початок встановлювався при досягненні 10 % рослин певної фази, а завершення — за 75 % [32];

- визначення густоти рослин проводили у фазі повних сходів, а також перед збором урожаю. Вимірювання здійснювали на постійних ділянках із триразовою повторністю [32];

- висоту рослин вимірювали на 25 закріплених рослинах у ключові етапи їх росту та розвитку. Аналіз проводили у двох окремих несуміжних повтореннях [32];

- симбіотична продуктивність сої оцінювалася за методикою Г.С.Посипанова, рахували загальну кількість бульбочок та кількість активних бульбочок [32];

- перед збором урожаю здійснювався відбір пробних снопів для оцінки індивідуальної продуктивності рослин з кожного варіанту;

- отримані дані обробляли методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізів за допомогою програмного забезпечення [34].

- енергетичну оцінку процесу вирощування сої виконували на основі методики Медведовського та Іваненка [35].

РОЗДІЛ 3.

ВПЛИВ РІВНІВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ

3.1. Формування продуктивності сої під дією різних норм мінерального живлення.

Соя (*Glycine max* (L) Merrill) визнана ключовою зернобобовою культурою світового землеробства XXI століття. Це зумовлено її роллю у вирішенні проблеми дефіциту білка, поповненні запасів олії та збагаченні ґрунту азотом [1, 2]. Збільшення обсягів її виробництва вимагає розробки та впровадження технологій вирощування, які б відповідали генетичним особливостям конкретних сортів і враховували вплив гідротермічних та антропогенних факторів [17].

Протягом свого росту та розвитку рослини сої проходять 9 основних фаз, протягом яких відбуваються суттєві морфологічні та біологічні зміни: проростання (від посіву до сходів), сходи (від появи сім'ядольних до розпускання примордіальних листків), утворення першого трійчастого листка, розгалуження, бутонізація, цвітіння, формування бобів, налив зерна, і дозрівання [1, 2].

Формування високого врожаю насіння сої залежить від забезпечення достатнього живлення, на яке впливають погодні умови, родючість ґрунту, система удобрення, а також фотосинтетична і симбіотична продуктивність. Коригування режиму мінерального живлення, своєю чергою, змінює умови росту та розвитку рослин [36].

Досягнення високих врожаїв можливе лише за умови оптимальної щільності посівів, з добре розвиненими та рівномірно розподіленими рослинами. Ці параметри агрофітоценозу забезпечуються своєчасними, дружними сходами та високими показниками польової схожості і виживаності рослин протягом вегетаційного періоду [36, 37]. Як світлолюбна культура, соя повністю розкриває свій продуктивний потенціал лише за оптимальної для сорту площі живлення та

густоти стояння рослин, особливо за достатньої забезпеченості вологою та поживними речовинами [39, 40].

Критичне значення для врожайності сої має оптимальна густина посіву. Як надмірне загущення, так і зрідження посівів призводить до неефективного використання сонячної енергії (фотосинтетично-активної радіації) через формування недосконалої архітектури посіву [11]. Неправильна густина також змінює структуру врожаю, впливаючи на ключові показники індивідуальної продуктивності: масу рослини, кількість вузлів, гілок, бобів, насінин, а також висоту кріплення нижніх бобів [40].

Зокрема, у розріджених посівах рослини активно гілкуються та облистяються, формуючи багато генеративних органів. Однак це часто призводить до механічних пошкоджень (обламування гілок вітром чи під вагою врожаю), низького прикріплення бобів та нерівномірного дозрівання. Як наслідок, незважаючи на високу продуктивність окремих рослин, загальний врожай з одиниці площі знижується [39]. У загущених умовах рослини конкурують за світло, що погіршує фотосинтез, спричиняє раннє відмирання нижнього листя і зменшує кількість бобів та насінин [2].

Формування бажаної густоти посіву залежить від польової схожості насіння. Низька схожість створює значний розрив між кількістю висіяного насіння та фінальною кількістю рослин. На схожість впливає безліч факторів: якість посівного матеріалу, підготовка до сівби, кліматичні умови, попередники, система добрив, норми та способи сівби [1, 2, 40].

Важливо також враховувати, що протягом вегетації спостерігається природне зменшення густоти стояння рослин через їхнє випадання.

Внесення при посіві різних норм комплексного мінерального добрива DUOFERTIL 30 та проведення позакореневого підживлення рослин сої у фазу бутонізації комплексним водорозчинним добривом «Найс бобові» позитивно вплинуло на густоту посівів сої протягом вегетаційного періоду та збереження посівів до збирання (табл. 3.1.)

Таблиця 3.1

Густота посівів сої залежно від норм мінеральних добрив і позакореневого підживлення, тис./га (середнє за 2024 – 2025 рр.)

Норма мінеральних добрив, кг д.р./га	Кількість рослин на час повних сходів, тис./га	Польова схожість насіння, %	Кількість рослин перед збиранням, тис./га	Виживання рослин, %
$N_0P_0S_0$	531,2	88,1	478,3	90,0
$N_5P_{10}S_{10}$	535,6	88,3	484,1	90,4
$N_{10}P_{20}S_{20}$	538,4	88,7	491,4	91,3
$N_0P_0S_0$ +Найс бобові	531,2	88,1	495,9	93,4
$N_5P_{10}S_{10}$ +Найс бобові	535,6	88,3	498,4	93,1
$N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові	538,4	88,7	507,2	94,2

Початкова густота сходів незначно зростає зі збільшенням дози мінеральних добрив при посіві сої. У контрольному варіанті ($N_0P_0S_0$) цей показник становив 531,2 тис./га, тоді як при максимальній нормі ($N_{10}P_{20}S_{20}$) – 538,4 тис./га. Різниця мінімальна, що свідчить про те, що мінеральні добрива не мали суттєвого впливу на початкову енергію проростання насіння. Позакореневе підживлення не впливало на густоту сходів, оскільки препарат застосовується пізніше. Польова схожість сої залишалася стабільно високою в усіх варіантах досліджень (від 88,1% до 88,7%). Це підтверджує високу якість посівного матеріалу та сприятливі умови для проростання.

Основні відмінності між варіантами досліджень проявляються не на етапі сходів, а під час вегетації та на кінцевому етапі – перед збиранням врожаю. Мінімальна кількість рослин перед збиранням була зафіксована у контролі ($N_0P_0S_0$) – 478,3 тис./га. Використання при посіві сої лише мінеральних добрив у різних дозах збільшує цей показник від 484,1 при $N_5P_{10}S_{10}$ до 491,4 тис./га – при

N₁₀P₂₀S₂₀. За максимальної дози внесення мінеральних добрив кількість рослин перед збиранням була вищою на 13,1 тис.шт./га в порівнянні з контролем.

За проведення позакореневого підживлення у фазу бутонізації комплексним добривом «Найс бобові» на фоні внесення мінеральних добрив, кількість рослин перед збиранням збільшилась в порівнянні з контролем та варіантами з удобренням. На варіанті без внесення добрив, але з проведенням підживлення кількість рослин перед збиранням становила – 495,9 тис.шт./га, а при максимальній дозі внесення добрив з позакореневим підживленням – 507,2 тис.шт./га, що на більше на 28,9 тис.шт./га в порівнянні з нульовим контролем.

Вживання рослин показує здатність рослин переносити стресові фактори та конкуренцію протягом сезону. На варіантах, з внесенням лише мінеральних добрив, без підживлення "Найс бобові", виживання коливалося від 90,0% до 91,3%. За внесення додатково в позакореневе підживлення комплексного добрива виживаність рослин підвищувалася від 93,1 до 94,2%.

Отже, найефективнішим виявилось комплексне використання мінеральних добрив у максимальній нормі (N₁₀P₂₀S₂₀) у поєднанні з позакореневим підживленням "Найс бобові". У цьому варіанті досягнуто максимальну кінцеву густоту стояння рослин (507,2 тис./га) та найвищий відсоток виживання (94,2%).

Нами також було проведено дослідження щодо впливу норм мінеральних добрив при посіві та позакореневого підживлення у фазу бутонізації на тривалість вегетаційного періоду сої сорту Стелла (рис. 3.1.).

Тривалість вегетаційного періоду на контрольному варіанті (N₀P₀S₀) становила 90 днів. При внесенні при посіві сої різних норм DUOFERTIL 30 спостерігалось подовження вегетаційного періоду. За внесення DUOFERTIL 30 50 кг/га тривалість вегетаційного періоду продовжилася на 2 дні – становила 92 дні, а за внесення 100 кг/га DUOFERTIL 30 – вегетаційний період становив 95 днів, що на 5 днів більше за контрольний варіант.

Проведення позакореневого підживлення комплексним добривом «Найс бобові» також збільшує тривалість вегетації рослин сої.



Рис. 3.1. Тривалість вегетації сорту сої Стелла залежно від мінеральних добрив та позакореневого підживлення.

На варіанті з проведенням лише позакореневого підживлення тривалість вегетації була 92 дні (+ 2 дні порівняно з базовим варіантом без препарату). За внесення при посіві $N_5P_{10}S_{10}$ на проведення позакореневого підживлення тривалість вегетаційного періоду збільшилась на 6 днів та становила 98 днів, а за внесення $N_{10}P_{20}S_{20}$ вегетаційний період тривав 102 дні, що на 12 днів більше за абсолютний контроль.

Максимальна тривалість вегетації 102 дні спостерігається при застосуванні найбільшої дози мінеральних добрив у поєднанні з препаратом "Найс бобові", що на 12 днів довше, ніж у контрольному варіанті ($N_0P_0S_0$).

Урожайність сої детермінується не лише щільністю посівів на одиниці площі, а й індивідуальною насіннєвою продуктивністю однієї рослини. На цей показник впливають такі морфофізіологічні характеристики, як висота стебла, число плодоносних вузлів, кількість стручків у цих вузлах, а також насіннєва наповненість кожного стручка [41]. Зазначені параметри значною мірою залежать від нутрієнтного режиму рослин і піддаються коригуванню шляхом внесення

мінеральних добрив [39, 40, 41, 42, 43]. З метою максимізації ефективності критично важливим є забезпечення не тільки доступності поживних елементів, але й їхнього збалансованого співвідношення.

Таблиця 3.2.

Елементи структури врожаю сої Стелла залежно від рівня мінерального живлення (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Кількість на 1 рослині, шт.		Маса насінин з 1 рослини, г	Висота прикріпленого нижнього боба
		бобів	насінин		
N ₀ P ₀ S ₀	72	27,8	55,8	7,8	11,6
N ₅ P ₁₀ S ₁₀	79	33,4	67,1	8,8	12,5
N ₁₀ P ₂₀ S ₂₀	83	38,3	76,4	10,0	13,4
N ₀ P ₀ S ₀ +Найс бобові	75	32,2	64,3	8,6	12,2
N ₅ P ₁₀ S ₁₀ +Найс бобові	84	38,6	77,4	9,7	13,1
N ₁₀ P ₂₀ S ₂₀ +Найс бобові	92	44,8	89,7	11,2	14,2

Аналіз даних таблиці 3.2. показав, що різні системи мінерального живлення та позакореневого підживлення позитивно впливає на показники структури врожаю сорту сої Стелла.

Висота рослин сої зростає зі збільшенням норми внесення мінерального добрива та додаткового позакореневого підживлення. Мінімальна висота рослин сої спостерігалась на контрольному варіанті – 72 см, а максимальна на варіанті з внесенням при посіві 100 кг/га DUOFERTIL 30 + позакореневе підживлення «Найс бобові» - 92 см. Застосування «Найс бобові» стабільно збільшує висоту рослин у всіх варіантах живлення, з 72 см до 75 см на контролі; з 83 см до 92 см на найвищому рівні DUOFERTIL 30.

Критичними для формування врожайності культури є кількість бобів та насінин на 1 рослині. Вони демонструють значне зростання при інтенсивному живленні. В наших дослідженнях кількість бобів на одній рослині збільшувалась залежно від підвищення норм DUOFERTIL 30 при посіві та позакореневого підживлення комплексним добривом. Найменша кількість бобів була на абсолютному контролі – 27,8 шт., а максимальна на шостому варіанті – 44,8 шт. ($N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові). Аналогічна тенденція спостерігається при розрахунку кількості насінин на одну рослину сої. В наших дослідженнях, кількість насінин в одному бобі була приблизно 2 шт.

Маса насінин з однієї рослини прямо залежить від кількості та якості насінин. На варіантах з внесенням різних норм мінеральних добрив маса насіння коливалася від 7,8 г, на варіанті без удобрення до 10,0 г у варіанті з внесенням 100 кг/га DUOFERTIL 30. Додаткове позакореневе підживлення підвищило масу насінин на одній рослині з 8,6 г на варіанті без удобрення до 11,2 г на варіанті з внесенням 100 кг/га DUOFERTIL 30.

Висота прикріплення нижнього боба є важливим агрономічним показником для механізованого збирання врожаю, оскільки вища точка прикріплення знижує втрати під час жнив. Всі варіанти удобрення забезпечують достатню висоту прикріплення нижнього боба (зазвичай >10 см вважається добрим показником для комбайнового збирання), але інтенсивна технологія значно покращує цей параметр.

Отже, найкращі показники структури урожаю сої сорту Стелла демонструє варіант $N_{10}P_{20}S_{20}$ + Найс бобові. Ця комбінація забезпечує максимальну висоту рослин, найбільшу кількість продуктивних органів (бобів і насінин) та найбільшу масу насіння з однієї рослини. На цьому варіанті на одній рослині були найкращими показники: кількість бобів вище за контрольний рівень на 61,0%, маса насінин на 43,5%, найвища висота прикріплення нижнього боба – 14,2 см.

Важливим сільськогосподарським показником якості насіння є їх маса. Загальноприйнятим показником є маса 1000 зерен.

Маса тисячі насінин – це показник крупності та виповненості повітряно-сухих зерен, що виражений в грамах. Вона відрізняється для різних культур і залежно від умов вирощування може сильно варіювати навіть в межах однієї культури по сортах і навіть в межах одного сорту. [40] Найбільше значення при її формуванні має забезпеченість рослин вологою і поживними елементами. Негативно впливає на неї ураження хворобами, шкідниками, а також вилягання посівів. Розміри насіння сої варіюють від дуже дрібних – маса 1000 насінин 60-100 г, до дуже крупних (більше 310 г) з переважанням насіння середнього розміру – 150-180 г [1, 2].

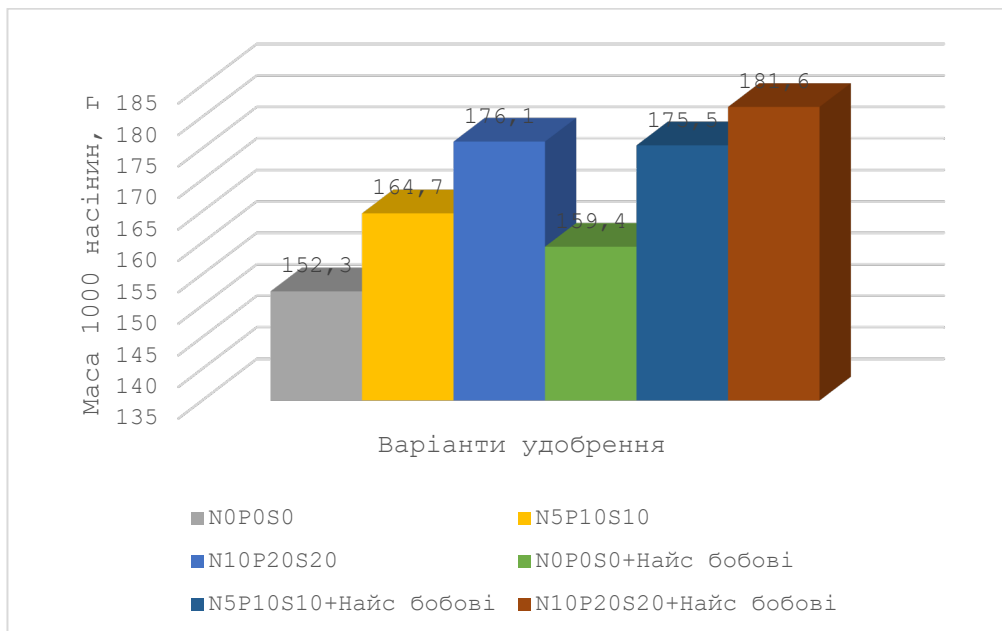


Рис. 3.2. Маса 1000 насінин сої Стелла залежно від рівнів добрив

Аналіз рис. 3.2. показує чітку позитивну залежність маси 1000 насінин сої сорту Стелла від застосування як мінеральних добрив, так і комплексного добрива «Найс бобові». На контрольному варіанті маса 1000 насінин становить 152,3 г.

Внесення різних норм мінеральних добрив призводить до пропорційного зростання маси 1000 насінин. При нормі $N_5P_{10}S_{10}$ маса зростає до 164,7 г, приріст на 12,4 г до контролю, а при нормі $N_{10}P_{20}S_{20}$ маса зростає до 176,1 г приріст до контролю 23,8 г. Проведення позакореневого підживлення «Найс бобовими» забезпечує додатковий позитивний ефект. У контрольних варіантах (без

мінеральних добрив) додавання «Найс бобові» збільшує масу з 152,3 г до 159,4 г (приріст на 7,1 г).

Найвищі показники маси 1000 насінин досягаються при комплексному застосуванні мінеральних добрив та препарату «Найс бобові». Варіант з внесенням $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові дає максимальний результат – 181,6 г. Це на 29,3 г більше, ніж у чистому контролі, і на 5,5 г більше, ніж при використанні лише $N_{10}P_{20}S_{20}$.

Найефективнішим є комбінований підхід із застосуванням максимальної норми добрив $N_{10}P_{20}S_{20}$ разом із препаратом «Найс бобові», що забезпечує максимальну масу 1000 насіння 186,6 г.

Однією з ключових відмінних рис сої є її здатність, завдяки симбіозу з азотфіксуючими бактеріями, поглинати азот з повітря. Це дозволяє долучати значні обсяги атмосферного азоту до природного біологічного кругообігу. За оптимальних умов соя може самостійно фіксувати до 180 кілограмів азоту на гектар і навіть більше [17, 22].

Внаслідок симбіозу з ризобіальними бактеріями бобові рослини менш залежать від наявності азотних сполук у ґрунті та виявляють вищу стійкість до стресових чинників. При цьому покращується загальний фітосанітарний стан їхніх посівів, зростає інтенсивність фотосинтезу, а у сої зокрема – підвищується врожайність в середньому на 20-35% і збільшується вміст білка в насінні на 5-6% [36].

У наших дослідженнях ми вивчали особливості розвитку симбіотичних структур рослин сої під впливом різних норм мінеральних добрив. Аналіз отриманих експериментальних даних підтвердив позитивний вплив цих досліджуваних аспектів агротехнології на формування кількості бульбочок на коренях сої (рис. 3.3.).

Внесення мінеральних добрив (особливо фосфору та сірки, які критично важливі для азотфіксації), так і застосування "Найс бобові" стимулює утворення бульбочок на сої. Максимальна кількість бульбочок (загальних та активних)

досягається за умови комплексного підходу: поєднання оптимальних доз мінерального живлення з комплексним добривом.

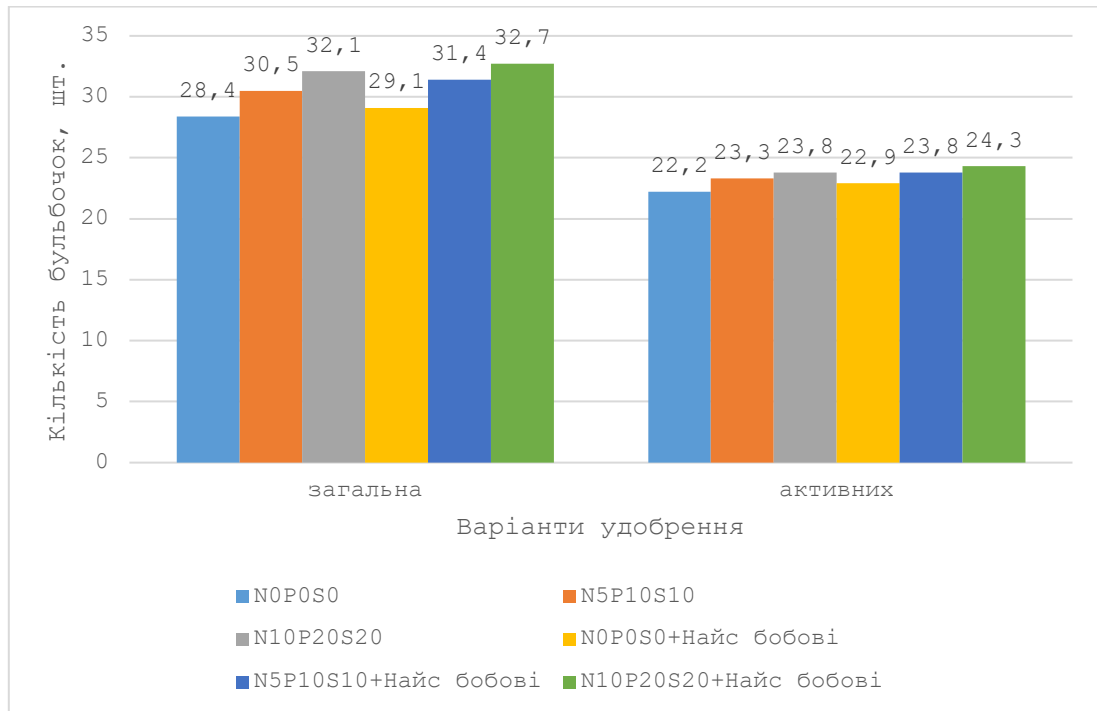


Рис. 3.3. Кількість бульбочок на сої залежно від доз мінеральних добрив, шт./рослину

В усіх варіантах удобрення на рослинах сої формувалися бульбочки, що свідчить про активну симбіотичну азотфіксацію. Активні бульбочки становлять значну частку від загальної кількості (приблизно 75-80% у різних варіантах), що є позитивним показником ефективності симбіозу. Спостерігається чітка тенденція до зростання як загальної, так і активної кількості бульбочок зі збільшенням дози мінеральних добрив N, P та S. На контрольному варіанті кількість бульбочок становить: 28,4 загальних, 22,2 активних шт./рослину. За внесення комплексного мінерального добрива при посіві у дозі $N_{10}P_{20}S_{20}$ кількість бульбочок складає: 32,1 загальних, 23,8 активних шт./рослину. Приріст між цими варіантами становить близько 13% для загальної кількості та 7% для активної.

Застосування препарату "Найс бобові" у позакореневе підживлення позитивно впливає на бульбочкоутворення в усіх відповідних варіантах. У варіанті без мінеральних добрив додавання інокулянту збільшило загальну

кількість бульбочок з 28,4 до 29,1 шт. Аналогічна тенденція спостерігається і на фоні мінеральних добрив.

Найвищі показники кількості бульбочок досягаються при комбінованому застосуванні максимальних доз мінеральних добрив та позакореневого підживлення. Так, на варіанті з внесенням $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові формується на одній рослині 32,7 шт. загальних бульбочок та 24,3 шт. активних бульбочок.

3.2. Врожайність сої Стелла залежно від різних норм добрив.

Удосконалення сучасних технологій вирощування сої вимагає системного підходу: необхідно встановити оптимальний рівень взаємодії ключових агротехнічних компонентів, що визначають параметри врожаю. Критично важливим є дослідження впливу змін окремих факторів на продуктивність ценозу культури [26, 36].

Незважаючи на значну кількість вітчизняних та світових досліджень, присвячених підвищенню врожайності сої, розробка та впровадження нових агрозаходів потребує обов'язкового уточнення з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов певного регіону [13, 25] .

Одним із найбільш дискусійних питань у технології вирощування сої залишається система удобрення. Хоча культура сої має високу адаптивну здатність і може давати значні врожаї, вона є вимогливою до забезпечення мінеральним живленням на певних етапах онтогенезу. Постійне прагнення до збільшення врожайності стимулює застосування інтенсивних систем удобрення, зокрема зростаючих норм азотних добрив. Проте експериментальні дані щодо ефективності таких норм часто суперечливі. Тому актуальним завданням є екологічно обґрунтоване дослідження впливу різних рівнів азотного живлення на продукційні показники та якісні характеристики насіння сої. Вирішення проблеми підвищення врожайності також можливе через впровадження високопродуктивних сортів вітчизняної селекції та деталізацію елементів агротехнології. [4, 8, 18, 25, 28].

Дослідження демонструють високу ефективність комплексного підходу до системи живлення сої. (табл. 3.4).

Таблиця 3.4.

Урожайність сої сорту Стелла, в залежності від використання мінеральних добрив, 2024-2025

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га			Приріст до контролю	
	2024	2025	середня	т/га	%
$N_0P_0S_0$	2,02	1,65	1,84	—	—
$N_5P_{10}S_{10}$	2,24	1,98	2,11	0,27	14,67
$N_{10}P_{20}S_{20}$	2,62	2,04	2,33	0,49	26,63
$N_0P_0S_0$ +Найс бобові	2,21	1,82	2,02	0,18	9,51
$N_5P_{10}S_{10}$ +Найс бобові	2,52	2,16	2,34	0,50	27,17
$N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові	2,84	2,29	2,57	0,73	39,40
$НІР_{05}$	0,16	0,14			

У всіх варіантах застосування мінеральних добрив та препарату "Найс бобові" спостерігається позитивний вплив на урожайність сої порівняно з контрольним варіантом - $N_0P_0S_0$.

Урожайність сої у 2024 році була значно вищою, ніж у 2025 році в усіх варіантах. Це свідчить про вплив погодних умов протягом вегетації, які склалися у 2025 році.

Середня урожайність сої за два роки досліджень у варіанті $N_0P_0S_0$ склала 1,84 т/га. Внесення комплексних добрив та підвищення їх дози від $N_5P_{10}S_{10}$ до $N_{10}P_{20}S_{20}$ призводить до збільшення урожайності. Максимальний приріст у цих варіантах забезпечує доза $N_{10}P_{20}S_{20}$ - 2,33 т/га, що вище за контроль на 0,49 т/га або 26,63%.

Додаткове проведення позакореневого підживлення на різних варіантах удобрення забезпечує підвищення урожайності сої. Навіть без мінеральних

добрих застосування "Найс бобові" збільшує середню врожайність до 2,02 т/га, приріст становить 0,18 т/га або 9,51%.

Комплексне використання добрив та препаратів для позакореневого підживлення дає вищу врожайність, ніж їх окреме застосування. Найвищий показник середньої урожайності за два роки отримано у варіанті $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові – 2,57 т/га.

Максимальний абсолютний та відносний приріст урожайності сої, в середньому за два роки, зафіксовано саме при застосуванні максимальної дози мінеральних добрив у комплексі з «Найс зернові». На цьому варіанті приріст становив 0,73 т/га, що становить 39,40% до контролю

Отже, оптимальним агротехнічним заходом для отримання найвищої урожайності сої сорту Стелла в даних умовах є застосування повного мінерального живлення в дозі $N_{10}P_{20}S_{20}$ у поєднанні з позакореневим підживленням препаратом "Найс бобові".

3.3. Залежність якісних показників насіння сої Стелла від рівня удобрення.

Якісні характеристики сільськогосподарської продукції є надзвичайно важливими як для споживачів, так і для переробної галузі. Наукові дослідження демонструють, що внесення добрив є дієвим та оперативним чинником, який сприяє підвищенню якісних параметрів врожаю. Шляхом оптимізації мінерального живлення існує можливість цілеспрямовано впливати на метаболічні процеси в рослинах, посилюючи синтез та акумуляцію протеїнів, ліпідів та інших біологічно активних сполук, що безпосередньо визначає кінцеву якість продукції. Отже, розуміння умов ефективного застосування добрив є критично важливим не лише для максимізації врожайності, але й для поліпшення якісних характеристик агропродукції [16, 23, 28, 29,].

Соя визнана однією з ключових культур у подоланні проблеми дефіциту білка в раціоні людини, відтак забезпечення високих та стабільних показників

врожайності цієї культури є нагальним завданням сучасного аграрного сектору [1, 2]. Рівень вмісту ліпідів у насінні цієї культури варіюється в діапазоні від 17 до 27%. У ліпідному складі сої домінують ненасичені жирні кислоти, зокрема лінолева, частка якої становить 50-60% від загальної маси жиру. Ненасичені жирні кислоти є фізіологічно активними та незамінними для людського організму, що обумовлює високу харчову цінність соєвої олії [28, 29].

Ключовими показниками якості насіння сої є вміст олії та протеїну. Результати лабораторних аналізів засвідчують, що концентрація ліпідів та сирого протеїну протягом експериментальних періодів варіювалася, демонструючи залежність від доз застосовуваних добрив та агроекологічних умов вирощування сої (рис. 3.4.).

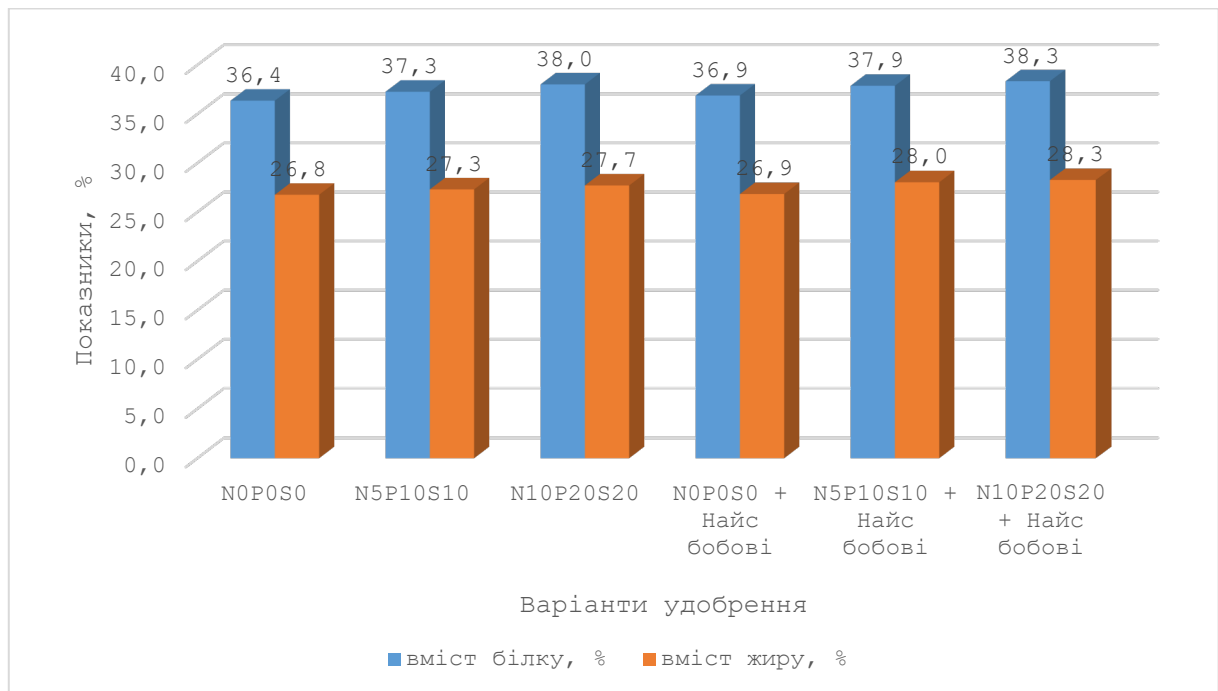


Рис. 3.4. Якісні показники насіння сої залежно від рівня удобрення.

При аналізі якісних показників врожаю у роки досліджень, встановлено, що застосування комплексних мінеральних добрив при посіві (NP+S) та використання комплексного водорозчинного добрива для позакореневого підживлення «Найс бобові» загалом позитивно вплинуло на показники якості порівняно з контрольним варіантом (N₀P₀S₀). У середньому за два роки

спостерігалось стабільне підвищення вмісту сирого протеїну та рослинного жиру із зростанням доз добрив (N, P, S), а також за умови додавання препарату «Найс бобові».

При внесенні мінеральних добрив при посіві $N_5P_{10}S_{10}$ та збільшення норми $N_{10}P_{20}S_{20}$ зростає вміст протеїну з 37,3% до 38,0%. Аналогічна тенденція спостерігається при визначенні вмісту рослинного жиру.

Використання в позакореневе підживлення комплексного водорозчинного добрива «Найс бобові» покращує якісні показники зерна сої. На варіанті без добрив вміст протеїну становив 36,4%, а при додатковому внесенні «Найс бобові» - 36,95%. На варіантах з внесенням добрив при посіві та проведення позакореневого підживлення «Найс бобовими» вміст протеїну підвищувався. Так, на варіанті $N_5P_{10}S_{10}$ +Найс бобові він становив 37,9%, на варіанті $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові – 38,3%, Аналогічна тенденція спостерігається при накопиченні в насінні сої рослинного жиру.

Отже, для досягнення максимальної якості сої (високий вміст як протеїну, так і жиру) найбільш ефективною є інтенсивна схема удобрення, де при посіві в рядки вносили 100 кг/га $N_{10}P_{20}S_{20}$ та проводили позакореневе підживлення сої в фазу бутонізації комплексного водорозчинного добрива "Найс бобові" в дозі 2 л/га.

3.4. Економічна та енергетична ефективність застосування добрив при вирощуванні сої сорту Стелла.

Економічна ефективність – це співвідношення між одержаними результатами виробництва та загальними затратами на його здійснення. Економічна ефективність є одним із основних критеріїв доцільності впровадження у виробництво нових сортів сільськогосподарських рослин [44].

Для підтримування успішної своєї діяльності суб'єкти господарювання повинні керуватися вигідністю проведених заходів. Співвідношення результатів і витрат називається ефективністю виробництва. Найбільш наочно це виражає

показник рентабельності – як співвідношення між отриманим прибутком і фінансовими витратами [44, 45].

Вихідним моментом при розробці заходів по збільшенню виробництва сої та підвищення їх ефективності є аналіз собівартості виробництва. Основним напрямом зниження собівартості є підвищення урожайності в розмірах, які випереджають ріст витрат.

Головним показником економічної ефективності при вирощуванні сої є: рівень її урожайності, собівартість продукції і рентабельність виробництва [8].

Сільськогосподарське виробництво є найбільшим споживачем енергоресурсів. Безпосередньо в сільському господарстві витрачається 40-45% дизельного палива, 30-35% бензину і 7% електроенергії від загального споживання їх у народному господарстві. Рослинництво є основною галуззю сільського господарства, де відбувається накопичення корисної енергії в результаті фотосинтезу [39].

Енергетичний аналіз дає можливість визначати ефективність виробництва різних видів продукції сільського господарства у взаємозв'язку з рівнем використання природних ресурсів в інших галузях народного господарства. Критерієм біоенергетичної оцінки досліджуваних сортів є коефіцієнт енергетичної ефективності, тобто відношення отриманої енергії всієї фітомаси сої до загальних витрат сукупної енергії на її обробіток при різних термінах сівби [44].

Аналіз енергоємності виробництва дає можливість знайти менш енергоємні технологічні прийоми і раціональні технології обробітку, а господарствам – порівнювати свої можливості щодо площ обробітку сільськогосподарських культур і наявних енергетичних ресурсів, дати відносну оцінку ефективності застосовуваних технологій. Вважається, що якщо коефіцієнт енергетичної ефективності менше 1,0, то енергетична ефективність відсутня, 1-3 – енергетична ефективність низька, 3-5 – середня, 5-10 – висока [34, 44].

У проведених дослідженнях виробничі витрати на вирощування сої без використання добрив та позакореневого підживлення становили 17864 грн/га, тоді як на ділянках із застосуванням при посіві різних норм DUOFERTIL 30 вони варіювалися в межах 18092-18324 грн/га. Затрати зростали при додатковому проведенні на фонах мінерального удобрення позакореневого підживлення комплексним добривом «Найс бобові» з 18184 грн/га на варіанті без внесення добрив до 18664 га на варіанті з внесенням $N_{10}P_{20}S_{20}$. Максимальні витрати були зафіксовані на ділянці з найвищою нормою внесення добрив та позакореневим підживленням (варіант 6). (табл. 3.6).

Таблиця 3.6.

Рівень рентабельності та енергетична ефективність внесення добрив та позакореневого підживлення при посіві сої сорту Стелла.

Показник	Варіанти досліджу*					
	$N_0P_0S_0$	$N_5P_{10}S_{10}$	$N_{10}P_{20}S_{20}$	$N_0P_0S_0+$ Найс бобові	$N_5P_{10}S_{10}+$ Найс бобові	$N_{10}P_{20}S_{20}+$ Найс бобові
Урожайність, т/га	1,84	2,11	2,33	2,02	2,34	2,57
Вартість продукції, грн/га	34040	39035	43105	37370	43290	47545
Виробничі затрати, грн/га	17864	18092	18324	18184	18414	18664
Собівартість, грн/га	9709	8574	7864	9002	7869	7262
Чистий прибуток, грн/га	16176	20943	24781	19186	24876	28881
Рівень рентабельності, %	90,6	115,8	135,2	105,5	135,1	154,7
Енергоємність технології, МДж	16352	17741	19027	16654	18043	19329
Енергоємність урожаю, МДж	32550	37326	41218	35734	41395	45464
Чиста енергія, МДж	16198	19585	22191	19080	23352	26135
Коефіцієнт енергетичної ефективності	0,99	1,10	1,17	1,15	1,29	1,35

Економічні показники напряду залежність від урожайності сої. У наших дослідженнях, найвища собівартість виробництва сої була на контрольному

варіанті – 9709 грн./га. Проведення позакореневого підживлення та внесення при посіві різних норм DUOFERTIL 30 вона зменшувалася до 7262 грн./га за найвищої дози добрив та позакореневого підживлення.

Чистий прибуток у варіантах дослідження коливався від 16176 до 28881 грн./га. Найменшим він був на контрольному варіанті, а найвищий на варіанті 6, де вносили $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові.

Рівень рентабельності виробництва сої змінювався відповідно до зміни чистого прибутку. На варіанті без добрив рівень рентабельності був 90,6%. У варіантах, де вносили при посіві різні норми DUOFERTIL 30 він зріс до 115,8-135,2%. За додаткового проведення позакореневого підживлення цей показник змінювався від 105,5% на варіанті $N_0P_0S_0$ + Найс бобові до 154,7 % на варіанті $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові.

Витрати енергії на впровадження інтенсивніших технологій зростають від 16352 МДж до 19329 МДж, що логічно відображає додаткові ресурси (виробництво добрив, внесення). Кількість енергії, накопиченої в урожаї, значно зростає завдяки вищій урожайності. Різниця між енергією врожаю та витраченою енергією зростає з 16198 МДж до 26135 МДж, що свідчить про значний позитивний енергетичний баланс.

Всі варіанти з добривами та підживленням мають КЕЕ вище 1, що вказує на енергетичну доцільність їх застосування. Коефіцієнт енергетичної ефективності (КЕЕ) на контролі становить 0,99. Максимальний КЕЕ на варіанті з внесенням при посіві 100 кг мінерального добрива DUOFERTIL 30 та позакореневого підживлення «Найс зернові» 2 л/га у фазу бутонізації – 1,35.

Застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення є економічно виправданим та енергетично ефективним заходом при вирощуванні сої сорту Стелла. Найвищі показники врожайності, чистого прибутку, рентабельності (154,7%) та енергетичної ефективності (КЕЕ 1,35) досягаються за внесення при посіві 100 кг мінерального добрива DUOFERTIL 30 та позакореневого підживлення «Найс зернові» 2 л/га у фазу бутонізації.

ВИСНОВКИ

Результати проведених досліджень з вивчення різних рівнів мінерального живлення, що використовувалися при вирощуванні сої, які проведені в 2024-2025 роках в зоні Лісостепу на чорноземі вилугуваному, дозволили зробити наступні висновки:

1. Початкова густина сходів незначно зростає зі збільшенням дози мінеральних добрив при посіві сої. У контрольному варіанті ($N_0P_0S_0$) цей показник становив 531,2 тис./га, тоді як при максимальній нормі ($N_{10}P_{20}S_{20}$) – 538,4 тис./га.

2. Найефективнішим виявилось комплексне використання мінеральних добрив у максимальній нормі ($N_{10}P_{20}S_{20}$) у поєднанні з позакореневим підживленням "Найс бобові". У цьому варіанті досягнуто максимальну кінцеву густоту стояння рослин (507,2 тис./га) та найвищий відсоток виживання (94,2%).

3. Максимальна тривалість вегетації 102 дні спостерігається при застосуванні найбільшої дози мінеральних добрив у поєднанні з препаратом "Найс бобові", що на 12 днів довше, ніж у контрольному варіанті ($N_0P_0S_0$).

4. Найкращі показники структури урожаю сої сорту Стелла демонструє варіант $N_{10}P_{20}S_{20}$ + Найс бобові. Ця комбінація забезпечує максимальну висоту рослин, найбільшу кількість продуктивних органів (бобів і насінин) та найбільшу масу насіння з однієї рослини. На цьому варіанті на одній рослині були найкращими показники: кількість бобів вище за контрольний рівень на 61,0%, маса насінин на 43,5%, найвища висота прикріплення нижнього боба – 14,2 см.

5. Максимальна маса 1000 насінин 186,6 г була сформована на варіанті із застосуванням максимальної норми добрив $N_{10}P_{20}S_{20}$ при посіві та позакореневого підживлення препаратом «Найс бобові» у фазі бутонізації (2 л/га).

6. На варіанті з внесенням $N_{10}P_{20}S_{20}$ +Найс бобові формується на одній рослині 32,7 шт. загальних бульбочок та 24,3 шт. активних бульбочок.

7. Оптимальним агротехнічним заходом для отримання найвищої урожайності сої сорту Стелла в даних умовах є застосування повного

мінерального живлення в дозі $N_{10}P_{20}S_{20}$ у поєднанні з позакореневим підживленням препаратом "Найс бобові" (2 л/га).

8. Для досягнення максимальної якості сої (високий вміст як протеїну, так і жиру) найбільш ефективною є система удобрення, де при посіві в рядки вносили 100 кг/га $N_{10}P_{20}S_{20}$ та проводили позакореневе підживлення сої в фазу бутонізації комплексного водорозчинного добрива "Найс бобові" в дозі 2 л/га.

9. Застосування мінеральних добрив та позакореневого підживлення є економічно виправданим та енергетично ефективним заходом при вирощуванні сої сорту Стелла. Найвищі показники врожайності, чистого прибутку, рентабельності (154,7%) та енергетичної ефективності (КЕЕ 1,35) досягаються за внесення при посіві 100 кг мінерального добрива DUOFERTIL 30 та позакореневого підживлення «Найс зернові» 2 л/га у фазу бутонізації.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В агроформуваннях різних форм власності Житомирської області для одержання урожайності сої сорту Стелла на рівні 2,33-2,57 т/га з вмістом сирого протеїну в зерні 38,0-38,3 % на чорноземах вилугуваних рекомендовано вносити при посіві культури 100 кг мінерального добрива DUOFERTIL 30 та позакореневого підживлення «Найс бобові» 2 л/га у фазу бутонізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соя : монографія / за ред. В. В. Кириченка. Харків, 2016. 400 с.
2. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С. В. Соя : монографія. Вінниця : Діло, 2016. 400 с.
3. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур : підручник. 3-тє вид.,. Львів : Українські технології, 2021. 137 с.
4. Бабич А. О., Бахмат М. І., Бахмат О. М. Соя : агроекологічні основи вирощування, переробки і використання. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори-2006», 2013. 268 с.
5. Бабич А. О., Колісник С. І., Кобак С. Я. та ін. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2011. Вип. 69. С. 113–121.
6. Бабич А. О., Сереветник О. В., Лохова В. І. Підвищення продуктивності сої при застосуванні позакоренових підживлень в умовах правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2012. Вип. 15. С. 63–68.
7. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої : монографія. Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г. 2012. 436 с.
8. Артеменко С. Ф., Ковтун О. В. Продуктивність сої залежно від різних доз добрив та основного обробітку ґрунту у сівозмінах короткої ротації. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2016. № 11. С. 62-66.
9. <https://superagronom.com/multimedia/infographics/94-urojay-soyi-za-2024-ta-2023-roki-v-ukrayini-ta-po-vsih-oblastyah>
10. Держстат 10.12.2024 р.
11. <https://www.agronom.com.ua/urozhaj-soyi-v-ukrayini-2024-rekordna-kilkist-popry-znyzhennya-vrozhajnosti/>

12. Дідора В. Г., Бондар О. Є., Власюк М. В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові горизонти*. 2019. № 1. С. 33–39.

13. Фурман О. В. Урожайність насіння сої залежно від технологічних заходів вирощування в правобережному Лісостепу. *Наукові здобутки молодих вчених для розвитку аграрної науки в Україні* : матеріали наук.-практ. інтернет-конф. молодих вчених і спеціалістів в Україні. (пгт. Чабани, 11 лист. 2019 р.). Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. С. 70–73.

14. Губенко Л. В., Голодна А. В., Ремез Г. Г. Вплив мінеральних добрив та бактеріальних препаратів на урожайність та якість насіння сої. *науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. Вип. 27. С. 89-96.

15. Boroomandan P., Khoramivafa M., Naghi Y., Ebrahimi A.. The effects of nitrogen starter fertilizer and plant density on yield, yield components and oil and protein content of soybean. *Pak J Biol Sci*. 2009. № 12 (4). P. 378–382.

16. Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив, передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення мікроелементами на якісні показники зерна сортів сої [Електронний ресурс]. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 82–90.

17. Цехмейструк М. Г., Шелякін В. О., Глибокий О. М Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення сої. *Селекція і насінництво*. Харків, 2018. Вип. 113. С. 227–234

18. Вишнівський П. С., Фурман О. В. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Plant and soil science*. Київ, 2020. Vol. 11. №1. С. 13–22.

19. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / за ред. М. А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.

20. Naq M., Mallarino A. Response of soybean grain oil and protein concentrations to foliar and soil fertilization. *Agronomy journal*. 2005. Vol. 97, № 3. P. 910-918.

21. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах північного степу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 115-121. Молдован В. Г., Молдован Ж. А., Собчук С. І. Формування врожаю сої залежно від технологічних елементів вирощування в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Житомир, 2015. № 2 (50), т. 1. С. 279–285.

22. Нетіс В. І. Формування елементів продуктивності сої за різних заходів вирощування. Таврійський науковий вісник. Херсон. 2018. Вип. 99. С. 100-107.

23. Мельник А. В., Романько Ю. О. Урожайність насіння сої залежно від технології вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Суми, 2016. Вип. 2 (31). С. 131–135.

24. Ткаліч І. Д., Шепілова Т. П. Вплив способів та строків внесення мінеральних добрив на урожайність сої. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2011. №40. С. 50–53.

25. Пархуць Б. Продуктивність сої залежно від рівня мінерального удобрення на темно-сірих опідзолених ґрунтах. Вісник ЛНАУ. 2019. № 23. С. 257-260.

26. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Ветрова Н. О. Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку ґрунту та застосування мінеральних добрив. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2018. Вип. 2. С. 35-43.

27. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Леонова К.П., Бойко В.П. Урожайність і якість насіння сої за різного удобрення на чорноземі опідзоленому. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. Умань, Вип. 97. Ч. 1. 2020. С. 136-144

28. Чорна В. М. Насіннєва продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2016. Вип. 82 С. 69–77

29. Шепілова Т. П., Петренко Д. І., Лещенко С. М., Скриннік І. О., Артеменко Д. Ю. Ефективність застосування добрив на посівах сої в умовах Північного Степу України [Електронний ресурс]. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 1. С. 37-42.
30. Циганська О. І., Циганський В. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої [Електронний ресурс]. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 15. С. 83–93.
31. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз: За ред. В.О. Єщенка. – К.: Дія, 2005. – 288 с.
32. Агрохімічний аналіз ґрунту, рослин і добрив на лабораторно-практичних заняттях з агрохімічної хімії / І. М. Карасюк, О. М. Геркіял, М. В. Недвига [та ін.] ; за ред. І. М. Карасюка. – К. : Нічлава, 2001. – 192 с.
33. Ушкаренко В. О. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: Монографія/ [В. О. Ушкаренко, В. Л. Нікіщенко, С. П. Голобородько, С. П. Коковіхін]. – Херсон: Айлант, 2009. – 345 с.
34. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / Медведовський О. К., Іваненко П. І. – К.: Урожай, 1988. – 205 с.
35. Термієнко О. О. Формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу Правобережного. Корми і кормовиробництво: міжвідомчий темат. наук. зб. 2017. Вип. 84. С. 141-149.
36. Фурман О. В. Вплив мінеральних добрив та інокуляції на формування індивідуальної та насіннєвої продуктивності сої в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. 2021. № 91. С. 82-92.
37. Лихочвор В. В., Щербачук В. М., Панасюк Р. М., Панасюк О. В. Вплив удобрення на формування фотосинтетичної та зернової продуктивності сої в умовах західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Львів, 2016. Вип. 60. С. 88–96.

38. Присяжнюк О. І., Григоренко С. В., Половинчук О. Ю., Маляренко О. А. Продуктивність та економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від застосування добрив, регуляторів росту та вологоутримувача [Електронний ресурс]. Новітні агротехнології. 2018. № 6.
39. Заболотний Г. М., Циганський В. І., Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та мікродобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах Лісостепу правобережного. *Агробіологія*. Біла Церква, 2015. № 2. С. 130–133.
40. Заболотний Г., Мазур В., Циганська О. Вплив фону живлення та мікроелементів на динаміку висоти рослин сої. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Львів, 2013. Вип. 17 (1). С. 174–178.
41. Чинчик О. С. Вплив способів удобрення на формування структури та врожайності сої (*Glucine max* (L.) Merr.) в умовах Лісостепу Західного. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ, 2016. Вип. 24. С. 35–41.
42. Григоренко С. В. Біометричні показники сортів сої залежно від застосування добрива, регуляторів росту та вологоутримувача. *Plant varieties studying and protection*. Київ, 2019. Т. 15. № 2. С. 143–154.
43. Крайняк О. К. Економічний та енергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур / О. К. Крайняк //Інноваційна економіка: всеукр. наук.-виробн. журнал. – 2012. – №2. – С. 109-113.
44. Біоенергетична оцінка систем удобрення і агротехнологій / [за ред. Ю.О. Тараріко, М.М. Городнього]. – К.: НАУ, 2005 – 40 с.
45. Бойко О.О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соєвиробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 46–50.

ДОДАТКИ

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:

Кількість варіантів:	6
Кількість повторень:	3
Рівень статистичної надійності	0,950

Результати обліку урожаю сої.

ДАНІ ДОСЛІДУ (2024 рік)					
ВАРІАНТИ	ПОВТОРЕННЯ			Суми V	Середні
	1	2	3		
1	2,12	2,01	1,93	6,06	2,02
2	2,16	2,21	2,35	6,72	2,24
3	2,47	2,64	2,75	7,86	2,62
4	2,1	2,23	2,3	6,63	2,21
5	2,42	2,55	2,59	7,56	2,52
6	2,7	2,86	2,96	8,52	2,84
Суми Р	13,97	14,50	14,88	43,35	2,41
РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ					
ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	1,53	17	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	0,07	2	-	-	-
ВАРІАНТІВ	1,39	5	0,28	35,29	3,32583453
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,08	10	0,01		
T-коэф.=	2,2281389				
НІР = 0,16 ДЛЯ ОЦІНКИ ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ СЕРЕДНІХ					

ПАРАМЕТРИ ДОСЛІДУ:	
Кількість варіантів:	6
Кількість повторень:	3
Рівень статистичної надійності	0,950

Результати обліку урожаю сої.

ДАНІ ДОСЛІДУ

ВАРІАНТИ	ПОВТОРЕННЯ			Суми V	Середні
	1	2	3		
1	1,43	1,71	1,81	4,95	1,65
2	1,79	2,06	2,09	5,94	1,98
3	2,09	2,12	1,91	6,12	2,04
4	1,7	1,91	1,85	5,46	1,82
5	2,05	2,19	2,24	6,48	2,16
6	2,15	2,33	2,39	6,87	2,29
Суми P	11,21	12,32	12,29	35,82	1,99

РЕЗУЛЬТАТИ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ОДНОФАКТОРНОГО ДОСЛІДУ

ДИСПЕРСІЯ	Сума квадратів	Ступені свободи	Середній квадрат	F-факт.	F-табл.
ЗАГАЛЬНА	1,03	17	-	-	-
ПОВТОРЕНЬ	0,13	2	-	-	-
ВАРІАНТІВ	0,80	5	0,16	16,17	3,32583453
ЗАЛИШКОВА (ПОХИБКИ)	0,10	10	0,01		

T-коэф.= 2,2281389

HP = 0,18 ДЛЯ ОЦІНКИ ІСТОТНОСТІ РІЗНИЦІ СЕРЕДНІХ