

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

Агрономічний факультет
Кафедра технологій у
рослинництві
Кваліфікаційна робота на
правах рукопису

Придворов Юрій Павлович

УДК 631.54:633.341474.43

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Вплив передпосівного обробітку та позакореневого
підживлення на урожайність сої в умовах ФГ «Зоря 2012»
Житомирського району Житомирської області**

201 Агрономія

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

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

Ю.П.Придворов

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Дідора Віктор Григорович

доктор с.-г. наук, професор

Житомир-2025

Анотація

Придворов Юрій Павлович. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 201 - Агронія. Поліський національний університет, Житомир, 2025 р.

Дана кваліфікаційна робота виконана на основі польових досліджень, проведених згідно з «Положенням про кваліфікаційні роботи у Поліському національному університеті» (2019 р.). Загальний обсяг роботи складає 35 сторінки, включає 3 рисунки, 8 таблиць та 30 джерел, що використовувалися для обґрунтування вибраної теми.

У другому розділі, «Місце, умови та методика проведення досліджень», представлена характеристика ґрунтів дослідного господарства, рівень забезпеченості елементами живлення, аналіз погодних умов за період досліджень, а також використані біопрепарати та ультрафіолетове опромінення.

Основні результати досліджень наведені у третьому розділі, де розглядається формування густоти стеблостою, урожайність та технологічні показники якості залежно від застосування інокуляції та ультрафіолетового опромінення впливу на врожайність. У роботі детально описані результати щодо росту і розвитку сої, формування бульбочкових бактерій, симбіотичного потенціалу, накопичення азоту з повітря, а також показники вмісту і збору білка та жиру. Окремо оцінено економічну та енергетичну ефективність елементів технології вирощування сої.

Ключові слова: інокуляція, ультрафіолетове опромінення, протруювання, врожайність, якість, економіка.

Annotation

Prydborov Yurii Pavlovych. Qualification thesis for obtaining the Master's degree in specialty 201 – Agronomy. Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

This qualification thesis is based on field research conducted in accordance with the “Regulations on Qualification Theses at Polissia National University” (2019). The total volume of the work is 35 pages and includes 3 figures, 8 tables, and 30 references used to substantiate the chosen topic.

The second chapter, “Location, Conditions, and Methodology of the Research,” presents the characteristics of the soils of the experimental farm, the level of nutrient supply, an analysis of weather conditions during the research period, as well as the bio-preparations and ultraviolet irradiation used.

The main research results are presented in the third chapter, which considers the formation of plant density, yield, and technological quality indicators depending on the application of inoculation and ultraviolet irradiation and their influence on yield. The thesis provides a detailed description of the results concerning soybean growth and development, formation of nodule bacteria, symbiotic potential, nitrogen accumulation from the atmosphere, as well as indicators of protein and fat content and yield. The economic and energy efficiency of the elements of the soybean cultivation technology are also evaluated separately.

Key words: inoculation, ultraviolet irradiation, seed treatment, yield, quality, economics.

ЗМІСТ

		Стр.
	Вступ	5
Розділ I.	1.1. Аналітичний огляд.	7
	1.2. Азотфіксуюча здатність сої.....	8
	1.3. Мікрохвильове опромінення.....	11
Розділ II	МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів та погодні умови.....	15
	2.2. Методика проведення досліджень	15
	2.3 Особливості технології вирощування сої в дослідах.....	16
Розділ III	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
	3.1. Формування густоти стеблостою сої	23
	3.2. Симбіотична ефективність сої.....	24
	3.3. Технологічні показники якості сої.....	26
Розділ IV	ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	29
	Висновки та пропозиції виробництву.....	32
	Список використаних джерел.....	33
	Додатки.....	

ВСТУП

У даній науковій роботі досліджено актуальну тему вдосконалення елементів технології вирощування цінної зернобобової культури – сої, в умовах Полісся України, за рахунок біологічних препаратів та ультрафіолетового опромінення.

Соя є однією з провідних сільськогосподарських культур, оскільки задовольняє потреби харчової, кормової та хімічної промисловості, а також широкого використання у землеробстві. Унікальний склад сої, що містить 38-42% білка, 18-23% жиру, 25-30% вуглеводів і мінерали, доповнюється здатністю фіксувати атмосферний азот, що залишає в ґрунті 60-90 кг/га доступного азоту після збору врожаю. Це робить сою відмінним попередником для зернових і технічних культур. Отримання високої польової схожості та збереження рослин за вегетаційний період є важливою умовою для досягнення максимального врожаю в конкретних природних умовах.

У зв'язку зі змінами клімату виробники зіштовхуються з необхідністю пошуку нових елементів технологій вирощування, здатних забезпечити врожайність за екстремальних умов. Одним із ключових чинників підвищення врожаю та якості сої є формування оптимальної густоти за рахунок підвищення посівних якостей, лабораторної та польової схожості.

Зростаючий інтерес до вирощування сої у Поліській зоні України підкреслює важливість удосконалення технології вирощування з урахуванням абіотичних умов і біодинамічних властивостей та використання мікрохвильового опромінення. Технологія вирощування сої у Поліссі вимагає наукового обґрунтування нових елементів, зокрема на дерново-підзолистих та ясно-сірих ґрунтах. Це потребує вивчення сучасних елементів передпосівного оброблення ультрафіолетовими проміннями, інокуляції та протруєння насіння.

Мета дослідження – вивчення впливу передпосівного оброблення насіння, ультрафіолетовим опроміненням, азотфіксаторами та протруєння препаратом Стандак Топ.

Об'єкт дослідження – процеси росту і розвитку та продуктивність сої під впливом біологічних препаратів та ультрафіолетового опромінення.

Предмет дослідження: ультрафіолетове опромінення насіння за довжиною хвилі 260-265 нм, інокуляція препаратом Хайкот Супер та протруєння Стандак Топ.

Публікації автора:

1. Дідора В.Г., Придворов Ю.П. Формування густоти стеблостою залежно від передпосівної обробки насіння сої. / Всеукраїнська науково-практична конференція // Сучасні аспекти раціонального землекористування. 6-7 листопада 2025 р. ПНУ. 2025. С. _____.

2. Didora Viktor, Prydvorov Yurii : CERTIFICATE / Продуктивність сої залежно від передпосівного обробітку насіння. XI International Scientific and Practical Conference "EUROPEAN CONGRESS OF SCIENTIFIC DISCOVERY". MADRID. 13-15 October 2025.

3. Дідора В.Г., Придворов Ю.П. Якість сої залежно від передпосівного оброблення насіння ультрафіолетовим випромінюванням та біологічним препаратом Хайкот Супер _____

РОЗДІЛ І.

1.1. Аналітичний огляд літературних джерел

Соя є основною зернобобовою культурою в світі, оскільки її насіння містить збалансований склад білка та амінокислот. У сої вміст білка становить 30–55%, жиру – 13–26%, крохмалю – 20–32%, а також велику кількість калію, фосфору, кальцію та вітамінів (А, В, С, Е, К, D, РР). Соя має значну продовольчу цінність, оскільки з її вирощування отримують білок і рослинну олію, жодна інша культура не здатна виробити стільки білка та жиру за короткий вегетаційний період. Продукти з сої, такі як соєве м'ясо, хліб, соуси та молоко, широко представлені в супермаркетах розвинених країн, де її білок і олію використовують у понад 1000 харчових продуктів. Високий вміст білка та збалансований амінокислотний склад роблять сою важливим заміником тваринних білків у раціоні людини[1].

Агрономічна цінність сої полягає у збагаченні ґрунту біологічним азотом через симбіоз з азотфіксуючими бактеріями, що дозволяє поліпшити родючість ґрунтів і використовувати її як попередник у сівозміні. Активний симбіотичний процес дозволяє культурі засвоювати до 300 кг азоту з повітря, покриваючи 50–70% власних потреб або 150–170 кг/га, одночасно зберігаючи запаси ґрунтового азоту. Соя також здатна мобілізувати фосфор (до 45 кг/га) і калій (до 60 кг/га)[2].

Соя є важливим джерелом сировини для виробництва біодизелю, що широко використовується в країнах ЄС, США, Бразилії та Аргентині, де біопаливо становить близько 7% у загальному обсязі пального. У країнах Індія та Китай, соєва олія активно застосовується в харчових технологіях [3].

В умовах Лісостепу, в зоні «соєвого поясу», з достатньою кількістю тепла та вологи, можливе отримання високих врожаїв сої, при цьому погодні умови є ключовим фактором урожайності. Як зазначив академік А.О. Бабич, ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу оптимально відповідають біологічним потребам сої, забезпечуючи її повне дозрівання та високий урожай[4].

1.2. Азотфіксуюча здатність сої

Інокуляція насіння сої – це процес обробки насіння спеціальними препаратами, які містять бульбочкові бактерії роду *Bradyrhizobium japonicum*. Ці бактерії вступають у симбіоз з корінням сої, утворюючи бульбочки, в яких фіксують атмосферний азот, перетворюючи його на форму, доступну для рослини. Цей процес відіграє ключову роль у забезпеченні сої азотом, одним з найважливіших елементів живлення. Дослідження, проведені провідними науковими установами України, такими як Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України, однозначно свідчать про позитивний вплив інокуляції на врожайність сої[5].

Інокуляція – це не просто обробка насіння, а справжня революція в сільському господарстві. Цей метод, що передбачає обробку насіння спеціальним препаратом, який містить живі бульбочкові бактерії, відкриває нові горизонти в землеробстві[7]. Все починається з унікального симбіозу, який встановлюється між рослиною сої та бактеріями роду *Bradyrhizobium japonicum*. Ці бактерії, потрапляючи на коріння рослини, утворюють особливі бульбочки. Саме в цих бульбочках відбувається дивовижний процес фіксації атмосферного азоту, який рослина перетворює на доступні для живлення форми. Інокуляція особливо важлива, якщо на полі кілька років не вирощували бобові культури. Адже з часом кількість бульбочкових бактерій у ґрунті може зменшуватися. Тому обробка насіння перед сівбою є необхідною для забезпечення ефективної азотфіксації[6].

Соя, як представник бобових культур, відіграє виняткову роль у природній системі живлення рослин. Однією з її найцінніших властивостей є здатність до симбіотичної фіксації атмосферного азоту. Цей процес, що відбувається завдяки співжиттю сої з бульбочковими бактеріями, дозволяє рослині отримувати необхідний для росту азот прямо з повітря. Наукові дослідження свідчать про вражаючу ефективність цього природного механізму. Так, в оптимальних умовах соя здатна фіксувати до 450 кілограмів азоту на

гектар за вегетаційний період. При цьому, лівова частка цього азоту – близько 95% – забезпечується саме бульбочковими бактеріями. Це означає, що соя не тільки задовольняє власні потреби в азоті, але й збагачує ґрунт цим важливим елементом живлення[8].

Особливо помітна роль сої в системах богарного землеробства. В умовах недостатнього зволоження, коли застосування мінеральних добрив може бути обмежене, саме біологічна фіксація азоту соєю стає вирішальним фактором для отримання високих врожаїв. В таких умовах соя здатна фіксувати до 250 кілограмів азоту на гектар, що є значним внеском у підвищення родючості ґрунтів. Завдяки цій унікальній здатності, соя не тільки забезпечує себе азотом, але й покращує умови для росту наступних культур у сівозміні. Азот, який залишається в ґрунті після збирання сої, стає доступним для інших рослин, сприяючи підвищенню їхньої врожайності та якості продукції. Таким чином, соя є не просто сільськогосподарською культурою, а справжнім інженером екосистеми. Завдяки здатності фіксувати атмосферний азот, вона сприяє збереженню родючості ґрунтів, зменшує потребу в мінеральних добривах та підвищує екологічну стійкість сільськогосподарських систем[9].

Азот – це один з найважливіших елементів живлення рослин. Він необхідний для синтезу білків, нуклеїнових кислот та інших органічних сполук. Однак більшість рослин не здатна самостійно засвоювати атмосферний азот. Соя ж, завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, отримує цей життєво необхідний елемент[10, 11, 12].

Бактерії, що оселилися в бульбочках, перетворюють недоступний для рослин атмосферний азот на сполуки, які рослина може легко засвоїти. Цей процес називається фіксацією азоту. Завдяки фіксованому азоту соя активно росте і розвивається, формуючи високий і стабільний урожай. Важливо зазначити, що ефективність фіксації азоту залежить від багатьох факторів, таких як вид бактерій, умови вирощування, стан ґрунту та ін. Однак, за умови правильного проведення інокуляції та використання ефективних штамів бактерій, соя здатна фіксувати до 250 кг/га азоту за вегетаційний період[13]. Це

значно зменшує потребу в мінеральних добривах і робить вирощування сої більш екологічно чистим. Крім того, фіксований азот не тільки використовується самою рослиною сої, але й залишається в ґрунті у вигляді органічних сполук. Це збагачує ґрунт і покращує його структуру, що позитивно впливає на наступні культури в сівозміні. Таким чином, симбіоз сої та бульбочкових бактерій – це яскравий приклад взаємовигідного співжиття організмів. Завдяки цьому унікальному явищу, соя стала однією з найважливіших сільськогосподарських культур, яка забезпечує людство цінним білком і іншими поживними речовинами. Здорові рослини сої, на коренях яких сформувалися численні (5 і більше) яскраво-червоні бульбочки, зазвичай не потребують додаткового азотного підживлення. Це свідчить про активну фіксацію атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Однак, якщо бульбочок мало або вони мають бліде забарвлення, а листя рослин набуває жовтуватого відтінку, це сигнал про недостатнє забезпечення азотом. У такому випадку рекомендується провести 1-2 підживлення азотними добривами (N30-45) на стадії бутонізації або цвітіння [14, 15].

Бактеріальні препарати містять природні стимулятори росту, які допомагають рослинам ефективніше засвоювати поживні речовини з добрив. Зазвичай, рослини використовують лише частину мінеральних добрив, а решта вимивається в ґрунт і забруднює водойми. Бактеріальні препарати значно підвищують цей коефіцієнт використання, зменшуючи втрати добрив і, відповідно, зменшуючи забруднення довкілля[16].

Інокулянти демонструють високу ефективність у пришвидшенні заселення кореневої системи сої азотфіксуючими бактеріями та стимулюванні утворення бульбочок. Незалежно від умов вирощування інокулянти сприяють покращенню проростання насіння, розвитку кореневої системи та прискоренню росту рослин. Враховуючи ці переваги, передпосівна обробка насіння сої інокулянтами повинна стати невід'ємною частиною сучасних технологій вирощування, оскільки сприяють економії ресурсів та енергії.

1.3. Мікрохвильове опромінення

Застосування мікрохвильової технології дає змогу отримувати екологічно безпечну продукцію рослинництва. Вирощування екологічно чистої продукції в рослинництві – нагальна потреба аграрного сектору України. Це гарантія успішного виходу української аграрної продукції на міжнародні ринки, шлях суттєвого збільшення валютних надходжень у державу.

Відомо, що основою отримання гарного врожаю є насіння. Обов'язковою складовою практично всіх сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур є передпосівний обробіток насіння отрутохімікатами проти різних хвороб і шкідників. Щорічно на дані цілі витрачаються тисячі тонн небезпечних для людей і живої природи хімічних препаратів. У світі витрачаються отрутохімікати на сотні мільярдів доларів США, в тому числі в Україні – більш як на 1 мільярд доларів.

Передпосівна обробка насіння екологічно чистими електротехнологічними методами (УФ випромінювання) сприяє підвищенню врожайності пшениці на 21-29 г/м², а також дає можливість скоротити споживання електроенергії при обробці насіння більше ніж у 10 разів [17].

Мікрохвильове поле пригнічує комплекс фітопатогенів насіння – сажку, фузарії, гнилі тощо, під час його передпосівної обробки.

Сьогодні проблема захисту рослин повинна розглядатися в загальному контексті тих процесів та тенденцій, які спостерігаються у світовому землеробстві. За роки реформування сільського господарства обсяг застосування засобів захисту рослин знизився і має різновекторний характер. Так в загальній структурі використання засобів захисту рослин 63% належить гербіцидам; 23% – інсектицидам; 13% – фунгіцидам, частка біометоду – 1%.

Важливим є те, що мікрохвильове поле по-перше, позитивно впливає на схожість насіння, що доведено численними науково-практичними дослідженнями, по-друге, стан некондиційного насіння доводить до кондиційного за схожістю і вирішує, таким чином, проблему насінництва.

Під дією мікрохвильового поля насіння сільськогосподарських культур проходить стимуляцію, що можливо розділити на три рівні – енергетичний, функціональний та інформаційний. Їх сумарна дія на насіння активізує обмінні процеси в насінні, які пов'язані із його біоенергетикою, схожістю та енергією росту. У результаті активізуються процеси вегетації рослин та їх урожайних властивостей. Крім того, насіння одночасно знезаражується від фітопатогенів, а значить, дає змогу господарству економити значні кошти на протруювачах насіння[18].

Одним із резервів підвищення урожайності сільськогосподарських культур є мікрохвильова технологія (МХ-технологія), завдяки якій можна скорочувати застосування пестицидів при захисті від шкочинних об'єктів. За даними науково-дослідних установ дана технологія ефективна на більше ніж 38 культурах – зернових, олійних, технічних, овочевих, баштанних, кормових, луб'яних та інших.

Мікрохвильова технологія – одне з тих досягнень науки та техніки, які в процесі свого розвитку вийшли далеко за межі первісних задумок. Так, актуальна, але все ж локальна технологічна задача передпосівного знезараження зерна від патогенів за допомогою МХ-обробки, з часом трансформувалася в глобальну задачу підвищення врожайності основних сільськогосподарських культур, які вирощуються в Україні, виробництва екологічно чистої продукції та застосування її в інтегрованій системі захисту сільськогосподарських культур[26].

Випробування МХ-технології проводилось в багатьох науково-дослідних установах. Наприклад, Селекційно-генетичний інститут (м. Одеса) – дослідження застосування мікрохвильової технології проводились під керівництвом доктора сільськогосподарських наук М.О.Кіндрука на трьох сортах озимої пшениці – Вікторія, Альбатрос, Федорівка. Під час оцінювання структури рослин дослідні зразки переважали контроль за довжиною колосу, кількістю зерен в колосі, масою 1000 зернин. Польова схожість обробленого елітного насіння в порівнянні з контролем (насіння без обробки

мікрохвильовим полем) зростає на 10-12%, а урожай відповідно збільшився на 9,9, 12,5 і 32,3%.

На дослідних полях Одеського інституту агропромислового виробництва після обробки насіння мікрохвильовим полем урожай пшениці збільшився у сортів Одеська-267 на 7,5%, Нікосія на 8,9 %, Лада на 16,4%. Урожай гороху на площі 17 гектарів в умовах жорсткої засухи 2002 року перевищив контроль на 51 %. Огірки сортів Смак та Северянін дали прибавку, відповідно 2,8 т/га та 7,5 т/га[16].

Вирощування екологічно чистої продукції є важливим напрямом розвитку аграрного сектору України, адже щорічні витрати на отрутохімікати перевищують мільярд доларів[18]. Одним із резервів підвищення урожайності та якості продукції є передпосівна обробка насіння, що забезпечує його захист від шкідливих організмів і стимулює ріст рослин.

Перспективними є фізичні методи обробки — зокрема мікрохвильова та ультрафіолетова технології, ефективність яких підтверджено на понад 30 сільськогосподарських культурах [19]. Ультрафіолетове випромінювання (УФ) знезаражує поверхню зернівки, не змінюючи її біохімічних властивостей. Встановлено, що при опроміненні пшениці озимої в межах 400–600 МДж/м² енергія проростання підвищується на 7–12 %, а лабораторна схожість — на 9–15 % [20]; подібний ефект спостережено і для ячменю ярого [21].

Застосування УФ-С діапазону (260–265 нм) має бактерицидну дію, оскільки поглинається білковими молекулами, знищуючи бактерії та віруси[22]. Обробка насіння різних культур — від зернових до цукрових буряків — показала підвищення схожості, урожайності та стійкості до хвороб [23, 24]. Зокрема, опромінення дозою 120–140 Дж/м² сприяє розвитку кореневої системи картоплі, а для ріпаку озимого підвищує енергію проростання та лабораторну схожість[25].

Питання щодо визначення ультрафіолетового опромінення насіння на біологічні процеси, продуктивність сої залишається актуальними.

В агрофірмі "Розкішна" Кіровоградської області в 2003 році (критичний за вологістю рік) за рахунок використання установки з обробки насіння мікрохвильовим полем додатково отримали на невеликій експериментальній ділянці 159 тонн зерна, в тому числі дали прибавку соя (20,7%), ячмінь (25,2%) і ріпак (33,3%). У 2004 році додатковий урожай склав 2165 тонн – 1150 тонн пшениці та 1015 тонн ярого ячменю.

Рослини із обробленого насіння мають підвищену польову схожість, добре розвинену кореневу систему, і, що особливо важливо, дають стало високі урожаї у порівнянні із контролем (рослини із необробленого насіння). З цього приводу, вражають наведені на конференції показники, коли лише в одній агрофірмі "Алекс", що в Запорізькій області, за один 2004 рік застосування мікрохвильової технології дало додатково 3860 т насіння.

МХ-технологія може стати ефективним інструментом в покращанні екологічної ситуації в Україні, в процесі широкого її застосування в сільськогосподарському виробництві.

Розділ II.

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Агрохімічна характеристика ґрунтів та погодні умови

На ФГ «Зоря 2012», протягом 2024-2025 років проводилися польові дослідження.

Рівень родючості наших ґрунтів низький, зокрема спостерігається дефіцит азоту. Його кількість залежить від кількості органічної речовини в ґрунті.

Ґрунти досліджуваної ділянки відносяться до ясно-сірих опідзолених середніх суглинків. Характеризуються середнім вмістом гумусу, суми увібраних основ (10-25 мг-екв/100 г) та ступенем насиченості основами (75-90%). Реакція ґрунтового розчину слабокисла (рН 5,5-6,5). Забезпеченість поживними речовинами, зокрема фосфором та калієм, оцінюється як середня.

Погодні умови за вологозабезпеченості і температурним режимом характеризуються як посушливі.

2.2. Методика проведення досліджень

Гідротермічні коефіцієнти наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)

Показник	Період						
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	за весь період
Середня температура повітря ($t_{\text{сер}}$), °С	10,5	16,4	21,0	24,0	23,1	17,0	18,7
Сума опадів, мм	55,3	50,9	53,6	37,6	36,0	38,2	271,6
Сума активних температур ($t_{\text{акт}>10}$), °С	315	508	630	744	716	510	3423
ГТК Селянінова 2024	1,8	1,0	0,9	0,5	0,5	0,7	0,8
2025	2,1	1,9	0,8	0,0	0,4	0,5	0,7

Посушливі умови, особливо в липні та серпні 2024 і 2025 років, суттєво вплинули на формування врожаю. Незважаючи на достатню зволоженість на

початку вегетаційного періоду, тривала посуха в середині літа призвела до зниження урожайності на 0,8 т/га порівняно з попереднім роком. Дані таблиці 1 підтверджують, що саме дефіцит вологи в критичні фази розвитку рослин став основною причиною зниження врожайності.

2.3. Особливості технології вирощування сої в дослідях

Щоб виростити багатий урожай сої, важливо правильно підібрати попередні культури. Найкраще, якщо це будуть озимі та ярі зернові, такі як ячмінь та пшениця. Вони допомагають знизити кількість бур'янів, покращити структуру ґрунту і звільнити поле достатньо рано для посіву сої. Озимі зернові також є добрими попередниками, хоча і звільняють поле трохи пізніше. Кукурудза, картопля та буряки можуть бути використані, але вони менш оптимальні порівняно з зерновими.

Впровадження сої в сівозміну – це ефективний спосіб підвищити її біологічну різноманітність та продуктивність. Замінюючи частину злакових культур на бобові, ми наближаємося до природних екосистем, де злаки та бобові традиційно розміщують в одній сівозміні. Такий підхід, як показала практика американських фермерів, може збільшити загальний урожай на 40%.

Оскільки ареали вирощування кукурудзи та сої часто збігаються, найбільш вигідними є сівозміни, що включають чергування цих культур. Висіяна після сої кукурудза демонструє значне зростання врожайності – до 5-8 центнерів з гектара. Крім кукурудзи, сою можна успішно чергувати з ячменем та пшеницею. При цьому урожайність ячменю зростає на 5-6 центнерів, а пшениці – на 3-4 центнери порівняно з іншими попередниками. Для забезпечення високої врожайності та збереження родючості ґрунтів важливо дотримуватися правил сівозміни. Ідеальна сівозміна повинна бути різноманітною, включаючи зернові колосові культури (50%), бобові (25%) та просапні (25%). Такий підхід дозволяє збалансувати живлення рослин, зменшити поширення шкідників і хвороб, а також покращити структуру ґрунту.

Якщо сівозміна надто спрощена, тобто включає лише кілька видів культур, виникає ризик виснаження ґрунту через накопичення шкідливих речовин. Для вирішення цієї проблеми рекомендується включати в сівозміну проміжні або сидеральні культури. Вони допомагають відновити родючість ґрунту, покращити його структуру та придушити ріст бур'янів[16].

Обробіток ґрунту є одним з найважливіших етапів вирощування сої, але водночас і одним з найбільш витратних. Тому важливо оптимізувати цей процес, зменшивши кількість і глибину обробітку. Сучасні технології дозволяють поєднувати кілька операцій в одному проході, що значно економить час і паливо. Заміна енергоємних видів обробітку на більш ощадні також сприяє зменшенню витрат і збереженню структури ґрунту.

Система обробітку ґрунту під сою включає в себе кілька етапів: основний, передпосівний та післяпосівний. Кожен з цих етапів має свої особливості і залежить від конкретних умов вирощування. Правильно підібрана система обробітку дозволяє створити оптимальні умови для росту і розвитку рослин сої та отримати високий урожай.

Підготовка ґрунту під посіви сої вимагає особливої уваги, зокрема до боротьби з бур'янами. Якщо перед посівом сої на полі вирощували зернові культури (пшеницю, ячмінь), залишивши на поверхні подрібнену соломку, або ж висівали сидерати (редьку олійну, гірчицю, гречку), то для збереження вологи та пригнічення бур'янів рекомендується провести поверхневий обробіток ґрунту на глибину 8-10 см. Це допоможе утримати вологу в ґрунті та створить сприятливі умови для проростання насіння сої. Якщо ж на полі вирощували сидерати, які необхідно заорати, то проводять більш глибокий обробіток ґрунту – до 12 см, а потім глибоку зяблеву оранку на глибину 22-25 см. Це дозволить повністю заробити органічну масу сидератів у ґрунт і підготувати його до посіву сої. Безпосередньо перед посівом сої проводять передпосівний обробіток ґрунту на невелику глибину (2-3 см) за допомогою спеціальних агрегатів. Цей процес дозволяє вирівняти поверхню поля, зруйнувати кірку, що утворилася, і створити дрібногрудкувату структуру ґрунту, що сприяє кращому проростанню

насіння та розвитку кореневої системи рослин. Сучасні технології передбачають використання спеціальних агрегатів, таких як Компактор, які дозволяють оптимізувати передпосівний обробіток і забезпечити дружні сходи сої[17].

Для підтримання родючості ґрунтів та отримання стабільних врожаїв сою традиційно повертали на попереднє місце вирощування через 3-4 роки. Однак, сучасні дослідження, проведені Інститутом кормів та сільського господарства Поділля НААН, рекомендують частіше включати сою в сівозміну. Зокрема, ефективною вважається короткоротаційна сівозміна, де соя чергується з кукурудзою у співвідношенні 1:2 або 1:3. Така сівозміна дозволяє отримати високу продуктивність кормових одиниць (5,9-6,5 т/га) та підвищити врожайність сої на 3-5 т/га після попереднього вирощування кукурудзи[26].

Дослідження проводилося на полі, де попередником сої була кукурудза. Підготовка ґрунту включала декілька етапів. Спочатку стерню від попередньої культури подрібнювали дисками. Потім виконували глибоку зяблеву оранку на глибину 23-25 сантиметрів, після чого поле боронували. Перед самим посівом сої проводили передпосівну культивуацію за допомогою агрегату КПС-4, який оснащений спеціальними знаряддями для розпушування ґрунту. Насіння сої висівали звичайним рядковим способом, розміщуючи ряди на відстані 15 сантиметрів один від одного. Для посіву використовували сівалку СЗУ-3.6.

Для формування врожаю сої необхідна значна кількість поживних речовин. Зокрема, на 1 центнер насіння та відповідної кількості соломи рослина споживає від 7,2 до 8 кг азоту, від 2,4 до 4,1 кг фосфору, від 2,2 до 4,4 кг калію та близько 2,5 кг кальцію. Враховуючи ці дані, для забезпечення оптимального живлення сої на ясно-сірих лісових ґрунтах рекомендується восени вносити під зяблеву оранку від 60 до 90 кг діючої речовини фосфорних та калійних добрив на гектар. На чорноземах опідзолених дози можуть бути дещо меншими: 30-45 кг/га азоту, 60 кг/га фосфору та 40-60 кг/га калію. Якщо ж розвиток бульбочок на коренях сої недостатній (менше 5 штук на рослину), то в фазу бутонізації

необхідне додаткове підживлення азотними та фосфорними добривами в нормі 20-30 кг/га діючої речовини.

Соя – культура з високими вимогами до живлення. Протягом вегетаційного періоду вона активно споживає поживні речовини, проте нерівномірно. Наприклад, основна маса азоту (78,5%) і калію (82,2%) засвоюється рослиною у період від цвітіння до початку наливання насіння. Такий інтенсивний ріст потребує додаткового живлення, особливо в критичні фази розвитку. Щоб забезпечити рослини необхідними елементами живлення використовують позакореневе підживлення. Цей метод дозволяє швидко доставити добрива безпосередньо на листя, звідки вони легко проникають всередину рослини[9].

Фосфор, хоча і потрібен сої у менших кількостях порівняно з азотом та калієм, відіграє критичну роль у її розвитку. Він стимулює ріст кореневої системи, сприяючи формуванню бульбочок, що відповідають за фіксацію атмосферного азоту. Максимальна потреба рослини у фосфорі припадає на фазу формування бобів. Його дефіцит призводить до сповільнення росту, зниження швидкості фотосинтезу та зменшення маси бульбочок, що негативно впливає на загальну врожайність. Для забезпечення рослини фосфором, перед оранкою було внесено 30 кг/га фосфорних добрив. Калій, необхідний для багатьох фізіологічних процесів, також був внесений у кількості 60 кг/га. Основне позакореневе підживлення проводили препаратом "Нановіт Супер" у фазу цвітіння. Цей препарат, завдяки своєму багатоконпонентному складу, містить додаткові мікроелементи та стимулятори росту, що допомагають рослині ефективніше засвоювати поживні речовини і протистояти стресовим умовам. Перед посівом насіння сої було піддане комплексній обробці з метою підвищення схожості та стимуляції росту рослин. Насіння обробляли ультрафіолетовим випромінюванням для дезінфекції та інокулянтном Хайкот Супер 1,42 літри на тонну насіння. Додатково застосовувався препарат Стандак Топ у кількості 1,5 літра на тонну насіння для захисту бактерій від

несприятливих умов середовища. Така обробка забезпечила формування бульбочок на коренях сої, що сприяло активній фіксації атмосферного азоту.

Сівбу сої проводили рядковим способом з міжряддям 15 сантиметрів, заглиблюючи насіння на 3 сантиметри. Для боротьби з бур'янами застосовували комплекс гербіцидів: "Харнес" для знищення широколистих бур'янів, "Бамбу 480" та "Зенкер Ліквід" для боротьби з однорічними злаковими та дводольними бур'янами.

У ході досліджень було проведено комплексний аналіз ґрунту.

Таблиця 2

Агрохімічний аналіз ясно-сірого легкосуглинкового ґрунту

Кислотність ґрунту, рН	Вміст гумусу, %	Вміст елементів живлення, мг/кг			Сума поглинутих основ, м.екв./100 г. ґрунту	Гідролітична кислотність, ммоль/100 г.
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
5,9-6,5	2,1	11,9	89	102	27	3,81

Аналіз даних таблиці 2 свідчить про достатню забезпеченість ґрунту калієм, що є важливим фактором підвищення стійкості рослин сої до хвороб та покращення їхньої вологоутримуючої здатності. Крім того, вміст фосфору на рівні 89 мг/кг сприяє активному розвитку кореневої системи та прискоренню процесу дозрівання бобів. Помірний вміст азоту в ґрунті створює оптимальні умови для формування високого врожаю сої.

Матеріали та методи. Досліди проводили у короткоротаційній зернобобовій сівозміні (50×50%) в умовах ФГ «Заря 20212» впродовж 2024–2025 рр.

Для передпосівного обробітку насіння сої застосовували бактерицидне ультрафіолетове випромінювання (УФ-С, 260–265 нм) з метою знезараження поверхні зерна. Опромінення тривало 40–50 сек., безпосередньо перед сівбою. В лабораторії визначали енергію проростання через 4 доби, а на 7-й день — лабораторну схожість.

Варіанти досліду:

1. Контроль (без обробки);
2. Ультрафіолетове опромінення (260-265нм);
3. Інокуляція препаратом Хайкот Супер (1,42 л/т насіння);
4. Протруйник Стандак Топ (1,5 л/т).
5. Позакореневе підживлення Нановіт Супер.

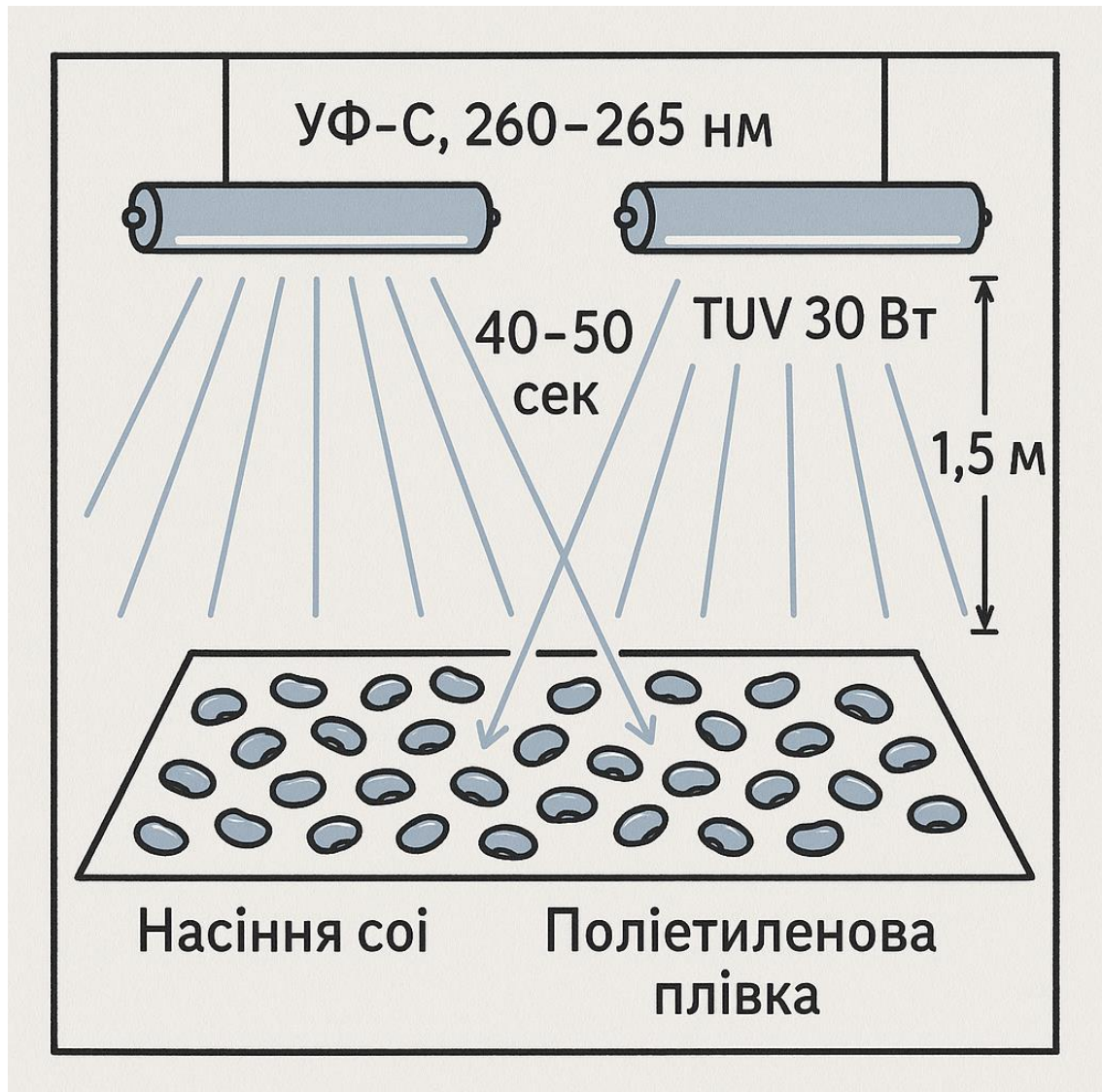


Рис. 1 Обробка насіння ультрафіолетовим опромінюванням

Хайкот Супер відзначається високою концентрацією азотфіксуючих бактерій і зберігає життєздатність до 90 днів; сумісний із фунгіцидом Стандак Топ. Останній має системну та контактну-шлункову дію, захищаючи рослини від церкоспорозу, фомопсису, фузаріозу, пероноспорозу та корневих гнилей.

Насіння рівномірно розкладали на поліетиленовій плівці та опромінювали двома лампами TUV 30 Вт на висоті 1,5 м. Загальна площа досліду — 504.2 м², облікова ділянка — 30 м², повторення трикратне.

Агрохімічні показники ґрунту визначали у лабораторії Поліського національного університету відповідно до ДСТУ ISO 10012:2005. Ґрунти — ясно-сірі легкосуглинкові, слабокислі (рН 6,1–6,3), з вмістом гумусу 2,1%, добре забезпечені фосфором і калієм, проте бідні на азот (79,8 мг/кг).

Кислотність ґрунту: гідролітична кислотність (за ГОСТ 26212 -91 р). Цей показник характеризує кислотність ґрунту і впливає на доступність поживних речовин для рослин.

Органічна речовина: вміст гумусу (за ДСТУ -4289:2004). Гумус є важливим компонентом ґрунту, який впливає на його структуру, водоутримуючу здатність та родючість[27].

Вміст фосфору та калію (за ДСТУ 4405:2005)[28].

Визначення фаз росту і розвитку рослин проводили за міжнародної шкали ВВСН [26]. Спостереження проводили у період формування сім'ядолей, повністю розгорнулися (етап 10-11) та перед збиранням врожаю (етап 96), близько 60% листя пожовкло. Сою висівали рядковим способом з міжряддям 15 см. Погодні умови протягом 2024-2025 років, зокрема за показників вологості та температури ґрунту були несприятливими, посушливими.

Для визначення кількості, маси бульбочок та тривалості симбіозу рослин з бульбочковими бактеріями використовували методику, розроблену Г.С. Посипановим[29]. Висоту рослин вимірювали двічі на 25 випадково відібраних рослинах на кожній ділянці. Щоб визначити загальний урожай з кожної ділянки, весь урожай обмолочували і зважували. Паралельно визначали вологість зерна та масу 1000 зерен. Ці дані дозволили провести точний аналіз продуктивності сої.

Розділ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Формування густоти стеблостою

Високі посівні якості насіння гарантують отримання необхідної продуктивної густоти рослин перед збиранням. Насіння для сівби повинно відповідати високим посівним якостям. Сукупність факторів, таких як придатність для сівби (чистота, енергія проростання, висока лабораторна схожість, сила росту та маса 1000 шт. насіння) (табл.3).

Таблиця 3

Формування густоти стеблостою сої залежно від передпосівної обробки насіння

№ з/п	Варіант	Енергія проростання, %	Лабораторна схожість		Польова схожість		Густота перед збиранням	
			%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²
1.	Контроль (без обробки)	72	84	546	76	415	70	290
2.	Ультрафіолетове опромінення (УФ)	88	94	611	90	550	95	522
3.	Інокуляція Хайкот Супер	86	92	598	88	526	93	489
4.	Хімічне протруєння - Стандак Топ	81	85	552	78	430	72	310
5.	Позакореневе підживлення Нановіт Супер	72	84	546	77	730	78	430

Вегетаційні періоди сої у 2024-2025 рр. були посушливими: ГТК коливався в межах 0,8 – 0,7, особливо посушливими були червень – вересень.

Обробка насіння ультрафіолетом підвищує енергію проростання на 16%, інокуляція – на 14%; лабораторна схожість зростає на 8–10%, польова – на 12–14% порівняно з контролем. Оптимальна густота перед збиранням – 489–522 тис. шт./га.

Ріст і розвиток сої на ясно-сірих супіщаних ґрунтах Полісся в посушливих умовах 2024–2025 рр. відбувався в екстремальних умовах. Густота стеблостою при обробці УФ-С препаратом – 522 тис. шт./га (рекомендована для

середньоранніх сортів 500–600 тис. шт./га). УФ-випромінювання 260–265 нм знищує шкідники і патогени.

Проведення позакореневого підживлення, за погодних умов, не сприяє формуванню оптимальної густоти.

Інокуляція насіння препаратом Хайкот Супер за посушливих умов енергія проростання, лабораторна і польова схожість зменшується на 2%, до збирання зберігається 489 тис.шт. рослин. Хімічне протруєння Стандак Топ блокує поділ клітин, контролює хвороби та популяцію комах.

Початковий ріст і розвиток сої був повільним, слабо розвивалася коренева система та листкова поверхня, що зменшувало розвиток хвороб. За УФ-опромінення енергія проростання – на 7% вища, лабораторна схожість – на 9%, польова – на 12%, порівняно з протруйником Стандак Топ і до технічної стиглості залишалось 310 тис. рослин.

Соя відновлює родючість ґрунту, накопичуючи до 300 кг біологічного азоту з повітря і забезпечуючи 50–70% власні потреби, при цьому зберігаючи ґрунтові запаси. Біологічний азот перетворюється азотфіксуючими мікроорганізмами у доступну рослинам форму амонію. Оптимальні умови симбіотичної фіксації – активний розвиток бактерій, вологість та температура ґрунту 22–26°C.

3.2. Симбіотична ефективність сої

Таблиця 4

Симбіотична фіксація азоту повітря залежно від передпосівної обробки насіння сої (середнє за 2024-2025 рр.)

Варіант	Кількість бульбочок на рослині, шт..	Маса		Еквівалент аміачної селітри
		бульбочок, г.	фіксованого азоту, кг/га	
Контроль – без обробки	34	0,44	75	227
Ультрафіолетове опромінення	38	0,58	103	312
Інокуляція Хайкот Супер	34	0,47	89	270
Протруєння Стандак Топ	36	0,46	80	242
Позакореневе підживлення Нановіт Супер	41	0,60	110	303

Погодні умови у 2024-2025 р.р. впродовж вегетаційного періоду були посушливими, гідротермічний коефіцієнт коливався в межах 0,4-0,6, вологість в кореновому шарі ґрунту коливалася в межах 20-25% за температури повітря >28%, у фазу цвітіння 34°C, що привело до швидкого їх відмирання, тому формування бульбочок розпочалося на 13-14 етапах органогенезу за шкалою (Zadoks) ВВСН, макростадія 1 [26].

Відновлення кількості бульбочкових бактерій сприяє незначному відновленню фіксації азоту повітря.

Оброблення насіння сої ультрафіолетовим опроміненням сприяло розвитку бульбочок на кореневій системі, маса їх збільшилася на 28 кг/га, фіксація біологічного азоту повітря становила 103 кг/га, що вище за контрольний варіант на 28 кг/га (таблиця 4). Посушливі умови і критична зволоженість орного шару ґрунту пригнічували розвиток бульбочкових бактерій, особливо на варіантах застосування інокуляції насіння Хайкот Супер і протруйника Стандак Топ. Кількість бульбочок зменшилася на 23 шт. у порівнянні з ультрафіолетовим опроміненням насіння.

Загальна кількість біологічного фіксованого азоту на варіанті УФ опромінення становила 103 кг/га, що еквівалентно 312 кг аміачної селітри. Передпосівне протруєння насіння препаратом Стандак Топ, що містить три діючі речовини: два фунгіцида і одну інсектицидну дію, в критичних, посушливих умовах, за фіксації азоту, поступається ультрафіолетовому опроміненню на 23 кг. Залежність структури урожаю від передпосівної обробки насіння наведена в табл.5.

**Продуктивність сої залежно від передпосівного обробітку насіння
(середнє за 2024-2025 р.р.)**

Варіант	Густота перед збиранням, тис.шт./га	Кількість шт..		Маса 1000 шт.зерен, г.	Урожайність, т/га
		бобів на рослині	насіння в бобах		
Контроль – без обробки	290	24	1,6	156	2,2
Ультрафіолетове опромінення	522	26	1,8	166	2,6
Інокуляція Хайкот Супер	489	24	1,8	164	2,3
Протруєння Стандак Топ	310	25	1,7	159	2,2
Позакоренеve підживлення Нановіт Супер	410	25	1,7	158	2,2
НІР _{0,95}	-	-	-	-	0,2

За кількості бобів, зерна в бобах виділяється варіант оброблення насіння перед посівом Ультрафіолетовим опроміненням (на 2 – 0,2 шт.), маса 1000 шт. насіння – 166 г, вище за контроль на 10 г.

Посушливі умови (ГТК 0,4 – 0,8) негативно впливали на формування структури врожаю.

3.3. Технологічні показники якості сої

На ринку рослинного білка перше місце займає білок сої. Дефіцит рослинного білка в харчових продуктах можна зменшити за рахунок виробництва зернобобових культур. В насінні сої білка в 2 рази більше, ніж в м'ясі, і якість білка сої близька до якості білка курячого яйця. Соевий білок засвоюється на дев'яносто відсотків, 1 кг сої за вмістом білка дорівнює 2,5 кг м'яса[9].

В соєвому білку відсутній холестерин, соєвий протеїн знижує рівень холестерину в крові, що знижує ризики захворювання серцево-судинної системи.

Доведено, що продукти харчування на основі сої позитивно діють на гормональний обмін і виводять з організму канцерогени.

Відомо, що саме з жирами в організм надходять біологічно активні речовини, без яких неможливе нормальне його функціонування. Тобто 8-10%

від загальної добової калорійності в здоровому харчуванні мають становити рослинні олії. Саме соєва олія засвоюється організмом на 98%, бо насичені жирні кислоти необхідні, оскільки вони на синтезуються в організмі.

Вітаміни групи Е-токофероли сприяють кращому засвоєнню білків, підтримують м'язові тканини і статевих залоз, надають лікувальний ефект при ішемічній хворобі серця. Вітаміни групи Е позитивно позначаються на профілактиці онкологічних хвороб.

Добова норма для здорової людини вітаміну Е – від 15 до 100 мг (20г соєвої олії). Основні соєві продукти: цільне і обезжирене соєве борошно, соєва крупа, соєві пластівці, соєве молоко, хлібобулочні вироби, кисломолочні продукти[1].

Олію використовують і в промисловості: лаки, фарби, мила, пластмаси, клею, штучних волокон, 60% соєвого зерна переробляється на олію.

Продукти переробки сої, жмих, дерть, шроти і т.д., займають одне з головних місць в складі комбікормів[30].

Результати проведених технологічних аналізів визначення показників якості сої за вмістом і виходом соєвого білка і олії залежно від передпосівного оброблення насіння наведені в таблиці 6.

Показники якості сої залежно від пере посівної обробки насіння наведено в таблиці 6

Таблиця 6

Якість сої залежно від передпосівної обробки насіння сої

Варіант	Урожайність, т/га	Білок		Жир	
		вміст, %	вихід, кг/га	вміст, %	вихід, кг/га
Контроль – без обробки	2,0	35	700	27	540
Ультрафіолетове опромінення	2,6	37	962	28	728
Інокуляція Хайкот Супер	2,4	36	864	27	648
Протруєння Стандак Топ	2,2	34	782	27	621
Позакореневе підживлення Нановіт Супер	2,2	36	786	27	610

Ультрафіолетове оброблення насіння за вмістом і виходом білка становить 37% та 962 кг, що вище з іншими варіантами відповідно на 2% – 262кг; 0,1 – 164;0,3% –82 кг/га.

Найвищий вміст олії 728 кг/га забезпечує ультрафіолетове опромінення насіння, що більше за інші варіанти на – 188 – 80 – 104 кг/га. Невисокий вміст білка 34-37 % можна пояснити несприятливими погодними умовами (посушливі) у період цвітіння та утворення бобів.

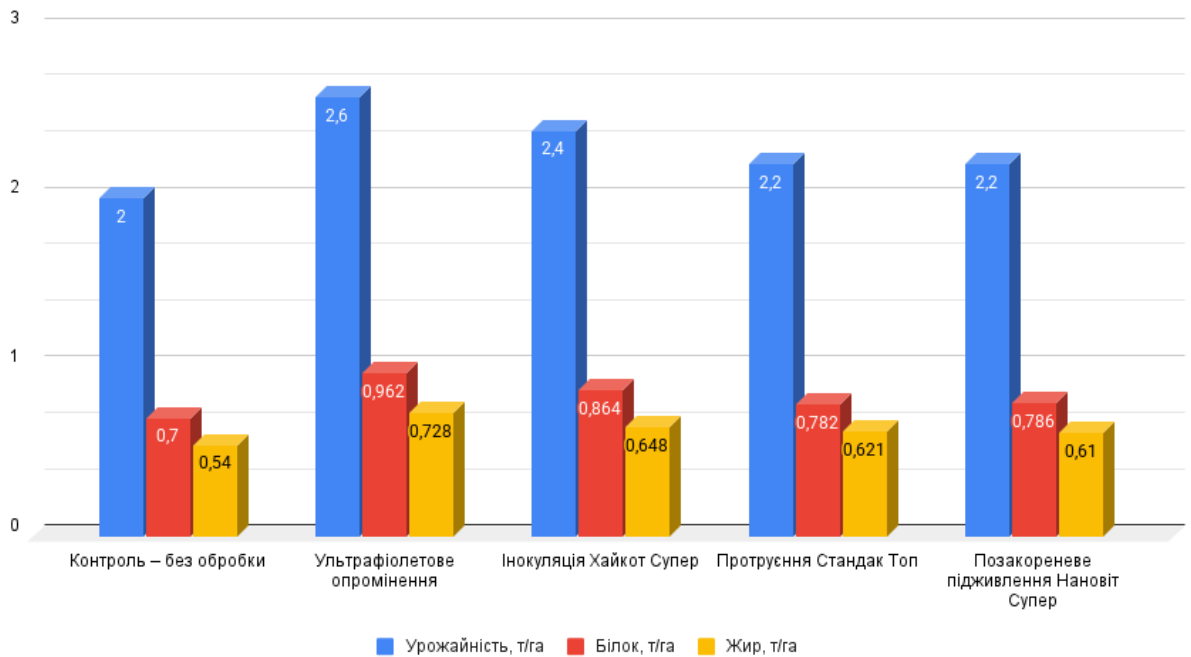


Рис. 2 Якість сої залежно від передпосівної обробки насіння сої

РОЗДІЛ IV.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Для оцінки економічної ефективності вирощування сої на зерно ми використали ціни, актуальні на 2025 рік. При проведенні розрахунків було враховано значну нестабільність цін на такі важливі ресурси, як добрива та паливо-мастильні матеріали. Крім того, велика частка витрат припала на придбання високоякісного посівного матеріалу, а також на застосування стимуляторів росту та засобів захисту рослин. Для проведення економічного аналізу ми застосували методика, розроблену провідними науковими установами України: Інститутом зернових культур НААН та ННУ «Інститут аграрної економіки НААН» (див. таблицю 8).

Таблиця 7

Економічна ефективність технології вирощування сої

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, тис.грн.	Витрати на вирощування, тис.грн.	Чистий прибуток, тис.грн.	Рентабельність, %
1	Контроль – без обробки	2,0	30	14	16	114
2	Ультрафіолетове опромінення	2,6	39	18	21	117
3	Інокуляція Хайкот Супер	2,4	36	17	19	112
4	Протруєння Стандак Топ	2,2	33	16	17	106
5	Позакореневе підживлення Нановіт Супер	2,3	35	15	20	110

Враховуючи закупівельний попит на екологічну сою (без ГМО), які склалися на 2025 рік, 15 тис.грн. за 1 т зерна, витрати на вирощування (вартість насіння, паливно-мастильні матеріали, придбання електромагнітних ламп, інокулянта та протруйника), елементи технології вирощування, догляд за посівами, витрати яких складають 14-18 тис./га.

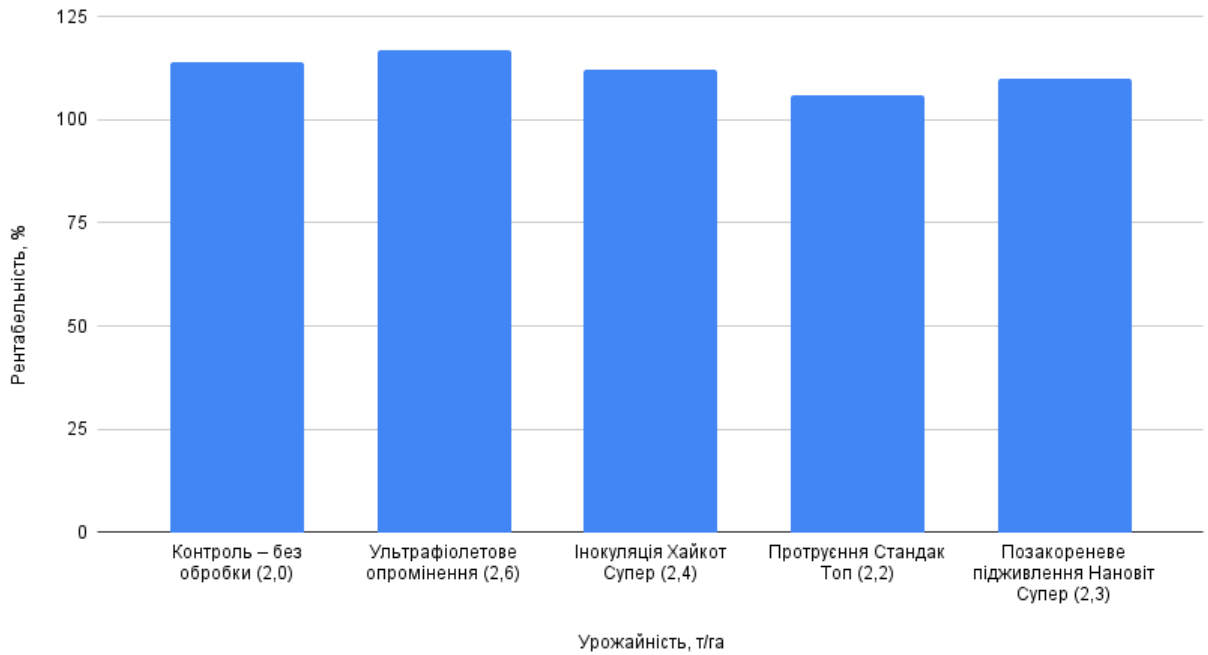


Рис. 3 Рентабельність, % відносно параметру «Урожайність, т/га»

За урожайності сої 2,0 т/га отримано 16 тис. гривень, насіння оброблено Ультрафіолетовим опроміненням забезпечує отримання 21 тис. гривень чистого прибутку, за рівнем рентабельності – 117%.

Ефективність сільськогосподарських технологій оцінюється за допомогою коефіцієнта енергетичної оцінки (K_{ee}). Якщо цей коефіцієнт перевищує одиницю, це означає, що отримана енергія від вирощеної культури більша за енергію, витрачену на її вирощування. Такий підхід дозволяє визначити енергозберігаючі технології. Зернобобові культури, зокрема соя, демонструють високий коефіцієнт енергетичної оцінки в межах 1,22-1,47, що свідчить про їхню енергетичну ефективність. Метою нашого дослідження є відновлення родючості ґрунтів шляхом впровадження короткоротаційних сівозмін з використанням зернобобових культур і багаторічних бобових трав. Для підвищення ефективності вирощування сої ми плануємо застосувати такі технології, як інокуляція (обробка насіння бактеріями, що фіксують азот), обробка насіння ультрафіолетовим випромінюванням та позакореневе підживлення. Детальні результати досліджень представлені в таблиці 9.

Таблиця 8

Енергетична ефективність залежно від біопрепаратів, МДж

№ з/п	Варіант	Урожайність, т/га	енергоємність урожаю	витрати на вирощування	Обмінна енергія	Кее
1	Контроль – без обробки	2,0	50500	45600	4400	1,1
2	Ультрафіолетове опромінення	2,6	54600	44800	7800	1,2
3	Інокуляція Хайкот Супер	2,4	48100	42100	6000	1,1
4	Протруєння Стандак Топ	2,2	51600	46100	5500	1,1
5	Позакореневе підживлення Нановіт Супер	2,3	49100	43600	5500	1,1

Якщо ми порівняємо, скільки енергії ми витрачаємо на вирощування врожаю і скільки енергії ми отримуємо від нього, то побачимо, що обробка насіння спеціальними препаратами та додаткове підживлення рослин значно збільшують цю ефективність. Наприклад, обробка насіння дозволяє отримати на 20% більше енергії від врожаю, а якщо додати ще ультрафіолетове опромінення, то цей показник зростає до 40%. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як обробка насіння, ультрафіолетове опромінення та позакореневе підживлення, ми можемо значно збільшити врожайність і, відповідно, отримати більше прибутку. При цьому витрати на ці технології швидко окупаються завдяки підвищенню енергетичної ефективності виробництва.

Висновки та пропозиції виробництву

Проведені дослідження на полях ФГ "Зоря 2012" на ясно-сірих, легкосуглинистих ґрунтах дозволили отримати цінні дані щодо вирощування сої в умовах Полісся.

Основні висновки дослідження:

1. Ультрафіолетове випромінювання сприяє енергії проростання, підвищення лабораторної та польової схожості.
2. Впровадження ультрафіолетового опромінення сприяє підвищенню врожайності сої на 0,6 т/га.
3. Завдяки симбіозу бульбочкових бактерій, накопичення біологічного азоту повітря – 139 кг/га, відбувається відновлення, покращується родючість ґрунту, збільшується вміст білка та жиру.
4. Дослідження показали, що передпосівна обробка насіння УФ-бактероцидом забезпечує отримання чистого прибутку 21 тис. гривень за 1 га.

Пропозиції виробництву

На ясно-сірих ґрунтах Полісся України передпосівна обробка насіння сої, обов'язковий елемент технології вирощування сої, це і є мікрохвильова технологія.

Список використаних джерел

1. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України : моногр. Видавець О.О.Євєнюк. Житомир, 2020. 148 с.
2. Соя – культура унікальних можливостей. / Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В., та ін. // Пропозиція. Юнівєст Медіа, 2016. 224 с.
3. Дизельне біопаливо: сировина, технології виробництва і властивості: монографія / С.Каленська, Д.Рахметов, В.Каленський, А.Юник та ін.// Укладач Е/Sendzikiene.Kaunas, 2014. 104 с.
4. Бабич А.А., Бабич-Побережна А.О. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52-56.
5. Дідора В.Г., Ступницька О.С. Продуктивність сої залежно від інокуляції та удобрення в умовах Полісся України / Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 33-37.
6. Дідора В.Г. Бондар О.Є., Власюк М.В. Продуктивність сої залежно від біологічних препаратів та мінеральних добрив у Поліссі України. *Наукові Горизонти*. 2019. № 1 (74). С 33-43.
7. Дідора В.Г. Симбіотична продуктивність сої залежно від інокуляції насіння та удобрення. *Наукові Горизонти*. 2018. № 1 (64). С 23-29.
8. Дідора В.Г. Фактори підвищення родючості за визначення елементів технології вирощування сої. / Вісник ЖНАЕУ. 2016. № 1 (53). С. 132-140.
9. Дідора В.Г. Соя в Поліссі України. Монографія, Житомир, 2020. 172 с.
10. Бабич А.О., Бабич-Побережна А. Світові тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Вінниця, 2012. № 71. С. 12–26.
11. Бабич О.А. Сучасне виробництво і використання сої : Монографія. К., Урожай, 1993. 428 с.
12. Синчах Гурикбал. Соя: біологія, производство, использование. Издательский дом «Зерно», Киев 2014. 656С.
13. Фадеев А.В. Соя – культура XXI века. Харьков, 431 с.

14. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція. 2010. № 4. С. 52–56.

15. Гуртовий Ю.А. Основи екологічно врівноваженої інтенсифікації технології вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу України/ Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. 2011. Вип. 69. С. 189–194.

16. Кіндрук М.О., Гаврилюк М.М. Мікрохвильова стимуляція насіння : проблеми та перспективи її застосування. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Вып.6. Одесса. 2007. С.36-38

17. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. / Каленська С.М., Єрмакова Л.М., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Поліщук М.І. Вінниця, 2015. 413 с.

18. Семенов А. Ультрафіолет: сфери використання та джерело випромінювання: монографія/Семенов А.О., Попов С.П., Сахно Т.В., Тарасенко Д.С. Полтава: ПП «Астрая», 2023. 190 с.

19. Ультрафіолет: сфери використання та джерело випромінювання : Монографія / Семенов А.О., Попов С.П., Сахно Т.В., Тарасенко Д.С. Полтава: ПП «Астрая», 2023. 190 с.

20. Семенов А.О. Обробка семян пшеницы ультрафиолетовыми лучами / А.О. Семенов, Г.М. Кожушко, Т.В. Сахно // Світлотехніка та електроенергетика. 2017. №2. С. 3–16.

21. Сахно, Маренич. Передпосівна обробка насіння ячменю ультрафіолетом. Полтавський університет економіки і торгівлі <http://www.dspspace.edu.ua>.

22. Семенов А.О., Сахно Т.В., Кожушко Г.М. Аналіз ролі УФ-випромінювання на розвиток різних культур.//Світлотехніка та електроенергетика, 2017. №2. С.3-16.

23. Сапотінський І.М. Мікрохвильова обробка насіння буряків цукрових. Автореферат на здобуття к.с-г. наук. К., 2007. 20с.

24. Семенов А.О. Вплив передпосівкового опромінення на розвиток картоплі // Семенов А.О., Кожушко Г.М., Сахно Т.В. Вісник Полтавської агрономічної академії DOI:10.31210/visnyk.2018.01.02

25. Семенов А.О. Ефективність проростання насіння ріпаку при передпосівному опроміненні його УФ-опроміненням / А.О.Семенов, Г.М.Кожушко, Т.В.Сахно // Вісник Полтавської державної академії, 2018. №4. С. 27-31.

26. Новітні агротехнології у рослинництві: підруч. / В.А.Мазур, В.Д.Паламарчук, І.С.Поліщук, О.Д.Паламарчук. Вінниця. 2017 р. 588 с.

27. Вміст гумусу ДСТУ – 4289:2004.

28. Вміст фосфору і калію – ДСТУ 4405:2005

29 Посипанов Г.С. Методика изучения биологической фиксации азота, 1999. 299 с.

30. Скрипко О.В., Доценко С.М., Гильба В.А. / Мыложировой комплекс., 2014. №1 (44). С. 42-43.