

# **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Західноукраїнський національний університет**

**Навчально-науковий інститут інноватики природокористування та  
інфраструктури**

**Кафедра фінансів, банківської справи та страхування ВННІЕ**

**КИЇВСЬКИЙ Володимир Володимирович**

**Вплив технологічних прийомів на вирощування сої**

Спеціальність 201 - Агрономія

Освітньо-професійна програма –Агрономія

Кваліфікаційна робота

Виконав студент групи АГРм-22

В.В. Київський

---

Тернопіль - 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПОСІВІВ СОЇ.....	6
1.1. Сучасний стан виробництва й значення сої у світі та Україні.....	6
1.2. Дослідження продуктивність сої залежно від визначення строків сівби.....	12
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови та організаційно - економічна характеристика зони дослідження.....	28
Дослідження технології вирощування сої.....	31
РОЗДІЛ 3. УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ.....	36
3.1. Структура елементів продуктивності сої залежно від застосування мікродобрив за різних строків сівби.....	36
3.2. Економічна оцінка ефективності вирощування сої.....	40
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТКИ.....	

## ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва України соя є важливою зернобобовою культурою, яка вирізняється здатністю протягом вегетаційного періоду синтезувати два основні компоненти - білок (38-42 %) та жир (18-23 %). Соя містить у своєму складі 25–30% вуглеводів, ферменти, вітаміни, фітонутрієнти та мінеральні елементи, що робить її універсальною сировиною для застосування в харчовій, лікувальній, кормовій та технічній сферах.. Крім того, соя має важливе значення для біологізації землеробства, покращуючи процеси гуміфікації, фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунту, його водний і поживний режими, а також азотний баланс, що сприяє підвищенню урожайності культур сівозміни.

В останні роки виробництво сої в Україні розвивається швидкими темпами, зростають площі посіву. Проте основним стримуючим фактором для збільшення валових обсягів є нестабільність врожайності, яка коливається від року до року.

Вітчизняними вченими, такими як В.Ф. Петриченко, А.О. Бабич, М.І. Бахмат, Ф.Ф. Адамень, В.П. Дерев'янський, С.І. Колісник, М.Я. Шевніков, В.Ф. Камінський, Є.М. Огурцов, Ю.В. Золотар, О.М. Венедіктов, О.М. Бахмат, М.І. Блащук, Т.П. Шепілова та інші, було розроблено наукові основи сучасних технологій вирощування сої в Україні. Однак останнім часом зміни клімату в країні, зокрема потепління, зменшення опадів та часті посухи, впливають на сільське господарство, зокрема на культуру сої. Це створює стресові умови для рослин, що призводить до зниження продуктивності.

Тому виникає потреба вивчати вплив багатокomпонентних мікродобрив на хелатній основі в поєднанні з різними строками сівби для покращення врожайності та якості сої. Недостатньо вивчені агротехнічні прийоми, особливо нові й перспективні сорти, призвели до зменшення площ посівів цієї важливої культури.

Для отримання стабільно високих врожаїв сої необхідне глибоке розуміння її біологічних та сортових особливостей, а також застосування правильних агротехнічних методів. Одними з важливих факторів, що впливають на

врожайність, є методи сівби та норми висіву, які забезпечують рослинам достатню площу для живлення, сприяючи кращому росту і розвитку.

Нами, для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання: проаналізувати ґрунтово-кліматичні умови господарства, оцінити сорти сої за основними господарськими ознаками, порівняти їх за врожайністю та провести економічну оцінку вирощування цих сортів.

У процесі дослідження застосовуються такі методи: польовий (спостереження за фазами фенологічного розвитку рослин), загальнонауковий (проведення експериментального аналізу), розрахунковий (аналіз економічної ефективності), а також статистичний (перевірка достовірності отриманих результатів).

Наукова новизна отриманих результатів полягає в проведенні порівняльної оцінки сортів сої в специфічних ґрунтово-кліматичних умовах, що дозволило виявити найбільш адаптивні та високоврожайні сорти.

Практичне значення результатів досліджень полягає в можливості визначення найбільш продуктивних сортів сої для вирощування в умовах Вінницької області.

Об'єктом дослідження є процес підвищення продуктивності сої за рахунок застосування мікродобрив при різних строках сівби.

Предметом дослідження виступають теоретичні, методологічні та прикладні аспекти оптимізації технологічних прийомів вирощування сої.

Теоретико-методологічна основа роботи базується на засадах сучасної економічної науки, ключових наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних учених у сфері управління трудовими ресурсами, матеріалах з глобальної інформаційної мережі Інтернет, а також авторських дослідженнях. Інформаційну базу становлять законодавчі акти України, офіційні статистичні дані національних і міжнародних організацій, а також звітні матеріали різних установ.

## РОЗДІЛ 1

# ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПОСІВІВ СОЇ

### 1.1 Сучасний стан виробництва й значення сої у світі та Україні

Соя є важливою бобовою культурою, яка відіграє значну роль у світовому сільському господарстві ХХІ століття, привертаючи увагу як аграрної науки, так і виробництва. Останнім часом площі її посіву у світі зросли з 24,0 до 102,4 млн га, урожайність збільшилася з 17,0 до 19,0 ц/га, а загальне виробництво піднялося з 27,0 до 264 млн тонн, що майже в 10 раз більше порівняно з початковим рівнем.

Сою вирощують у 91 країні світу. Основними виробниками є США, Бразилія, Індія, Парагвай, Канада, Китай, Аргентина, Індонезія, Італія, Нігерія, Франція, Румунія, Югославія, Південна Корея, Таїланд та інші. За останні пів століття не лише розширилася географія вирощування, але й значно збільшилися площі, що виділяються під цю культуру. У багатьох країнах під сою відводять від 18 до 50 % ріллі та більше.

За обсягами виробництва соя, з показником у 260 млн тонн, займає четверте місце у світі після кукурудзи (822 млн тонн), пшениці (650 млн тонн) та рису (452 млн тонн), випереджаючи ячмінь (125 млн тонн).

У структурі світового виробництва олійних культур соя займає провідну позицію, забезпечуючи 58 % загального виробництва, тоді як частка ріпаку становить 13 %, бавовнику – 12 %, арахісу – 9 %, соняшнику – 8 %, пальмового ядра – 4 %, а копри – 1 % [25].

Починаючи з 1990 року, площі під посів цієї культури знову почали зростати, і до 2015 року вони досягли 2,17 мільйона гектарів.

Вирощування сої в Україні значно збільшило білково-олійні ресурси країни та дозволило їй закріпити позиції на світовій арені. Обсяги виробництва сої перевищили мільйон тонн, що вивело Україну в лідери серед країн Європи та СНД. На сьогодні Україна входить до десятки найбільших світових виробників сої та продовжує активно збільшувати площі посівів. За останні п'ять років площі під

соєю суттєво зросли, вивівши її на друге місце серед основних олійних культур після соняшнику, випередивши ріпак [2, 32].

Основні площі вирощування сої зосереджені в лісостеповій зоні, відомій як "соєвий пояс" України, яка характеризується найбільш сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами.

Ці умови відповідають біологічним особливостям сої, забезпечуючи її повне дозрівання та високу урожайність. Лісостеповий регіон включає дев'ять областей: Вінницьку, Сумську, Тернопільську, Київську, Полтавську, Харківську, Хмельницьку, Чернівецьку та Черкаську.

Однак лісостепові умови характерні й для інших територій України, які входять до агрокліматичних зон Полісся та Степу. Деякі райони цих зон мають придатні для сої ґрунти, достатнє теплове та водне забезпечення, а також тривалий період вегетації. Зокрема, до соєвого поясу відносяться регіони Степу з лісостеповими характеристиками, такі як Кіровоградська, Дніпропетровська, Одеська та Миколаївська області, а також регіони Полісся, включаючи Житомирську, Чернігівську, Рівненську та Волинську області, південні райони яких мають лісостеповий клімат.

Крім того, до соєвого поясу входить Львівська область, яка охоплює не тільки лісостепові райони, а й частини Карпатської гірської області, зокрема Передкарпаття. Також до цієї зони належать Івано-Франківська, Рівненська та Закарпатська області, навіть попри відсутність поліських районів. Значну роль у вирощуванні сої відіграють зрошувані землі півдня України, включаючи Херсонську, Дніпропетровську, Миколаївську та Запорізьку області [25, 33, 38].

Станом на третю декаду вересня в Україні зібрано сої 2642,3 тис. тонн на майже половині площ. Пише SuperAgronom.com.

З найменшою середньою урожайністю соєю збирають в таких областях: Одеська - 1,2 т/га, Кіровоградська - 1,2 т/га, Дніпропетровська - 1,3 т/га. Площі під культурою цього року були 2,63 млн га. У кінці сезону 2023 року сої посіяли 1,8 млн га. Соєю цього року почали збирати досить рано. Проте урожайність в багатьох областях була низькою.

Зі збільшенням площ, відведених під посіви, спостерігалось зростання як обсягів виробництва зерна, так і врожайності. У 2003 році загальний обсяг зібраного врожаю складав 40,59 тис. тонн, тоді як до 2015 року виробництво сої досягло 475,0 тис. тонн.

Поширення сої на різних континентах зумовлене не лише високою якістю та різноманітністю її хімічного складу, але й економічною ефективністю, універсальністю використання у харчовій, технічній, кормовій, лікувальній сферах та її ключовою роллю у вирішенні питань продовольчої безпеки багатьох країн.

Унікальність сої полягає у її хімічному складі, де насіння містить рідкісну комбінацію важливих органічних сполук. Зокрема, у зерні сої міститься 38-40 % білка, 18-25 % жиру, 25-32 % вуглеводів, 12-15 % води, а також зола, ферменти, вітаміни, фітохімічні та мінеральні речовини [40, 42].

Соя цінується не лише за високий вміст білка, але й за його виняткову якість. Амінокислотний склад соєвого білка максимально наближений до ідеального, адже він включає всі незамінні амінокислоти у збалансованих кількостях та пропорціях.

Він особливо багатий на дефіцитну амінокислоту лізин, а також треонін, лейцин і фенілаланін, вміст яких перевищує стандарт ФАО у 1,5 рази. Незважаючи на певну нестачу метіоніну, ця амінокислота присутня у достатній кількості в інших продуктах (хліб, крупи), який при змішаному харчуванні компенсує її дефіцит.

Соєвий білок відзначається легкістю засвоєння та біологічною цінністю, яка прирівнюється до білків тваринного походження, забезпечуючи максимальну відповідність потребам людського організму. У порівнянні із зерновими культурами, насіння сої містить від 38% до 50% білка, що значно перевищує його концентрацію у пшениці (10-15%), кукурудзі (10,0%), ячмені (12,5%) та вівсі (12,0%).

Однією з головних властивостей соєвого білка є відсутність холестерину, а також його здатність знижувати рівень цієї сполуки в крові. Соєвий білок характеризується високою перетравністю, доброю розчинністю та чудовими функціональними властивостями. За даними ФАО ООН, соєвий білок вважається стандартом серед рослинних білків у всьому світі [21, 24, 27].

Соя є унікальною культурою, здатною забезпечити організм дорослої людини всіма необхідними амінокислотами навіть за відсутності інших джерел білка в раціоні. Для цього достатньо споживання лише 150–260 г сої на добу.

Зерно сої містить понад 20 % напіввисихаючої олії, яка відзначається високою біологічною цінністю, чудовими харчовими властивостями та легким засвоєнням. Соева олія не містить холестерину, а її смакові якості роблять її основою серед харчових жирів. Вона багата гліцеридами (95 %) та високоенергетичними жирними кислотами, серед яких 75 % – ненасичені (лінолева, ліноленова, олеїнова), а 15 % – насичені (пальмітинова, стеаринова). Олія також містить важливі для організму речовини - лецитин та природний вітамін E.

Соя вирізняється низьким вмістом вуглеводів у поєднанні з високим рівнем білка та олії. Основна частина соєвих вуглеводів легко розчиняється у воді та швидко засвоюється організмом, що робить їх важливим елементом харчування. Нерозчинні вуглеводи, такі як клітковина, пектини та декстрини, також мають значення, сприяючи ефективному засвоєнню інших поживних речовин і покращуючи процес травлення загалом [27].

Насіння сої є цінним джерелом фосфатидів - фосфоровмісних жироподібних речовин, представлених у ньому лецитином, фітином, нуклеїновими цефаліном, кислотами. Фосфатиди сприяють перетворенню жирів в організмі, беруть участь у синтезі білків і запобігають їх розпаду, а також сприяють підвищенню засвоєння жирів та білків, важливих для підтримки функцій нервових тканин.

Соя багата різноманітними ферментами, серед яких уреаза, ліпаза, каталаза, катепсин, протеаза, ліпоксидаза, редуктаза, пероксидаза, інвертаза, аскорбіназа та багато інших. У цій культурі містяться практично всі вітаміни, що забезпечує її високу харчову цінність. Особливо висока концентрація вітамінів спостерігається в проростках та молодих рослинах сої.

Соеві продукти являються джерелом якісного білка, збалансованого за амінокислотним складом, що може покращувати харчові властивості інших рослинних білків. У сучасному світі соя активно використовується у харчовій промисловості для виробництва понад 400 видів продуктів. Основні види соєвих

продуктів включають молочні аналоги (соеве молоко, сир), соєве борошно, ферментовані продукти (місо, соєвий соус), злаково-соєві суміші, а також концентрати та ізоляти, що можуть використовуватись як замітник м'яса.

Значний попит на соєві продукти спостерігається в різних країнах. Наприклад, у Японії щорічно використовують 800 тисяч тонн сої для харчових цілей. У США виробляється близько 454 тисяч тонн соєвих харчових білків на рік, що в середньому становить 2 кг на людину [8, 12, 23, 32, 45].

Останнім часом Україна зробила значний крок у розвитку використання соєвих продуктів у харчуванні. Найбільшу популярність здобула соєва паста, яка виготовляється у свіжому, висушеному та замороженому вигляді. Великим попитом користується також соєве борошно, а натуральна соєва олія широко використовується у кулінарії. Крім того, нещодавно розпочато виробництво різноманітних соєвих консервів, які є повністю вегетаріанськими продуктами.

Соя набуває все більшого значення не лише завдяки своїм відмінним смаковим властивостям, але й завдяки лікувальному впливу на організм людини. Медико-біологічні дослідження свідчать, що вживання соєвих продуктів сприяє ефективному лікуванню багатьох захворювань і позитивно впливає на загальний стан здоров'я.

Це зумовлено високим вмістом поживних речовин, наявністю легкозасвоєваних амінокислот, низьким рівнем насичених жирів, вітамінів (вітамінів групи В, А, Е, К,) і добре збалансованим складом мінеральних речовин, таких як залізо, фосфор, калій та кальцій. Соя також багата фітохімічними речовинами, зокрема ізофлавонами, які сприяють нормалізації артеріального тиску, роботи серцево-судинної системи, обмінних процесів, запобігають виникненню цукрового діабету, утворенню каменів у нирках та жовчному міхурі. Завдяки наявності антиканцерогенів соєві продукти можуть допомагати у профілактиці раку. Насіння сої також має радіозахисні властивості через високий вміст фітатів, які зв'язуються з радіоактивними і токсичними речовинами в організмі та сприяють їх виведенню. Подібні властивості мають харчові волокна сої. Інгібітори протеаз ефективно нейтралізують утворення вільних радикалів, тоді як вітаміни А та Е, що

виступають антиоксидантами, виконують захисну функцію для організму. Вітаміни групи В сприяють зміцненню імунної та нервової систем, одночасно блокуючи поглинання таких шкідливих елементів, як стронцій-90, цезій-137 і цинк-65, тим самим зменшуючи їхній шкідливий вплив на здоров'я [25].

Соя, завдяки високій біологічній цінності білка та наявності комплексу незамінних амінокислот, є ідеальним високобілковим компонентом для раціонів високопродуктивних тварин і птиці. Її застосування в тваринництві сприяє підвищенню середньодобових приростів ваги худоби, збільшенню молочних надоїв і скороченню термінів відгодівлі. Включення сої до кормових раціонів значно підвищує ефективність використання соковитих, грубих і концентрованих кормів.

Продукти переробки сої, такі як шрот і макуха, є ключовими інгредієнтами комбикормів для домашніх тварин, птиці та риби. Особливу цінність соєвий шрот має завдяки збалансованому амінокислотному складу, зокрема високому вмісту лізину, дефіцит якого характерний для злакових фуражних культур.

Соєвий шрот і макуха також є найдешевшими джерелами кормового лізину. Додавання 10 % соєвого шроту до комбикорму у значній мірі підвищує продуктивність тварин та знижує витрати кормів.

Для годівлі сільськогосподарських тварин також активно використовують сіно, трав'яне борошно, зелену масу, брикети, солону сої, гранули, силос, сінаж. Крім того, соя є важливим компонентом у змішаних посівах із сорго, кукурудзою, суданською травою та іншими злаковими культурами, що значно підвищує поживну цінність кормів.

За дотримання технології вирощування змішані посіви сої та кукурудзи за рівнем врожайності зеленої маси та виходу кормових одиниць значно перевищують посіви кукурудзи. Водночас вони перевершують їх за обсягом перетравного протеїну на 25-30 %, що робить сою важливим елементом у системі забезпечення високоякісного корму [16, 44].

Соя є однією з найважливіших технічних культур, займаючи перше місце у світовому виробництві рослинної олії. Серед усіх рослинних олій соєва

вирізняється найвищою біологічною активністю та засвоюваністю організмом, досягаючи 98% [44, 53].

Досліджено, що соя сьогодні є не лише економічно важливою бобовою культурою, яка забезпечує протеїном мільйони людей, але й цінним інгредієнтом для виробництва різноманітної хімічної продукції. Соєва олія широко використовується як у харчовій промисловості, так при виготовленні фарби, лаків, замінників гуми, мила, клею, штучних волокон, пластмаси, лінолеуму, текстильних барвників. Крім того, екстракт соєвої олії входить до складу багатьох косметичних засобів, де використовується як розчинник і сполучник.

Рівень олійності насіння сої дозволяє застосовувати її для виробництва паливно-мастильних матеріалів, зокрема біодизелю, що додає культурі значення як джерела відновлюваної енергії.

Соя має значне агрономічне значення завдяки своєму впливу на ґрунт та екосистему. Під час вегетації вона покращує фізико-хімічні властивості ґрунту, підвищує його родючість, покращує азотний баланс та сприяє отриманню екологічно чистої продукції. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями соя на 60-70% самостійно забезпечує себе азотом, що зменшує необхідність у використанні мінеральних азотних добрив. Після збирання врожаю в ґрунті залишається 80-100 кг/га легкодоступного азоту, який можуть використовувати наступні культури в сівозміні. Це робить сою одним із найкращих попередників для більшості сільськогосподарських культур, сприяючи зростанню їхньої врожайності та захисту навколишнього середовища від забруднення [8].

## **1.2 Дослідження продуктивність сої залежно від визначення строків сівби**

Соя, як і інші бобові культури, потребує значних запасів продуктивної вологи в ґрунті для проростання насіння та формування врожаю. У технології вирощування цієї культури вибір оптимального строку сівби має вирішальне значення, оскільки він значно впливає на якість сходів, умови росту та розвиток рослин.

Основними чинниками, що визначають строки сівби, є температура й вологість ґрунту, а також рівень тепла та світла, які забезпечують повне досягання та високий урожай. Вибір строку сівби базується на балансі між сортовими особливостями культури, гідротермічними й ґрунтовими умовами, а також складом і кількістю бур'янів, що є важливими для отримання якісного врожаю.

Аналіз численних досліджень показує, що під час визначення строків сівби необхідно враховувати особливості весняного періоду. При визначенні оптимальних строків сівби необхідно враховувати швидкість прогрівання ґрунту, його вологість, час закінчення весняних і початку осінніх заморозків, а також тривалість вегетаційного періоду сорту. У роки з теплою та сухою весною рекомендовано ранній посів сої, щоб проростаюче насіння мало достатньо вологи для успішного розвитку.

У разі затяжної, холодної весни з достатнім рівнем вологи доцільно відкласти сівбу, щоб мати змогу боротися з основною масою бур'янів.

Для періоду "сівба – сходи" мінімальною температурою ґрунту є  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , достатньою –  $+15-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а оптимальною –  $+20-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Такий підхід дозволяє максимально ефективно враховувати всі фактори для забезпечення якісного проростання насіння та розвитку рослин [1].

Нині, немає єдиного рішення щодо оптимальних строків сівби сої. Досліджено, що сівбу необхідно орієнтувати на календарний термін і проводити після прогрівання ґрунту враховуючи глибину загортання насіння до  $12-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Водночас в інституті кормів запропонували новий підхід, який визначає оптимальний строк сівби враховуючи рівень термічного режиму ґрунту (РТР) на глибині 10 см. Попри різні підходи, дослідники однакові у важливості врахування температури ґрунту як головного чинника.

Науковці зазначають, що строки сівби є ключовим фактором у вирощуванні сої, який неможливо компенсувати іншими агротехнічними заходами, такими як внесення добрив, зміна густоти посіву чи способу обробітку ґрунту. У більшості господарств соєсіючих регіонів України посів розпочинають, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння досягає  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , середньодобова температура

стабілізується в межах 10-12 °С, а ризик весняних приморозків зникає. Зазвичай такі умови спостерігаються в другій половині квітня – першій половині травня.

Ознаками оптимального строку сівби вважають масову появу ярих бур'янів, а також фенологічний індикатор – початок цвітіння яблунь.

Передчасна сівба може призвести до уповільненого появи сходів, що збільшує ризик ураження насіння та проростків хворобами, такими як пліснявіння, фузаріоз, бактеріоз і кореневі гнилі. Сходи стають зрідженими, нерівномірними, рослини формуються слабкими, з меншою листковою поверхнею, поганим гілкуванням та недостатньою кількістю бобів. У період наливання зерна спостерігається уповільнення розвитку, що негативно позначається на врожайності.

Крім того, передчасна сівба ускладнює боротьбу з бур'янами. Соя сходиться пізніше, а бур'яни, адаптовані до більш низьких температур, проростають швидше, що призводить до зростання забур'яненості полів у 1,5-3 рази. У таких умовах вегетаційний період практично не скорочується, що ще більше ускладнює догляд за посівами [9, 19, 26, 28].

Сою не рекомендується висівати за високих температур ґрунту за умови недостатньої продуктивної вологи, оскільки це ускладнює швидке отримання сходів. Пізні строки сівби часто спричиняють уповільнення проростання насіння через пересихання верхнього шару ґрунту, викликане інтенсивним підвищенням весняних температур. Навіть невеликі дощі не можуть забезпечити зволоження верхнього шару ґрунту, що призводить до утворення провокаційних сходів, які згодом гинуть у сухому ґрунті. Насіння, висіяне у напівсухий або сухий ґрунт, має схильність до розтріскування оболонки, що сприяє ураженню хворобами, такими як плямистості, іржа, несправжня борошниста роса, бактеріальні та вірусні захворювання, що в кінцевому результаті призводить до загибелі насіння.

Затримка сівби на дванадцять днів порівняно з оптимальним строком суттєво знижує врожайність. У північному Степу та Лісостепу, де на врожайність впливають посуха та довжина дня, запізнення може призводити до зменшення врожаю на 25-27 %. Якщо сівбу затримати на десять днів після найпізнішого

допустимого строку, втрати врожайності можуть досягати 55-75 %, особливо у степових районах.

За результатами досліджень встановлено, що у північному Степу України середня врожайність за 15 років залежала від строків сівби: 18-20 квітня вона становила 12,7 ц/га, 28-30 квітня - 15,2 ц/га, 8-10 травня - 15,8 ц/га, 18-22 травня - 15,3 ц/га, а 27-30 травня - 13,5 ц/га. Також встановлено, що терміни сівби впливають на вміст сирого протеїну в насінні, який варіював у межах 39,51-40,25 % залежно від дати сівби.

Дослідження Хмельницької ДСГДС підтверджують, що строки сівби суттєво впливають на врожайність сої. Запізнення із сівбою знижувало врожайність насіння на 1,5-4,0 ц/га, причому навіть п'ятиденна затримка порівняно з оптимальними строками призводила до істотного зменшення врожаю [47].

Найкращими строками сівби сої є ті, що відповідають не мінімальній температурі ґрунту для появи сходів, а більш високій, яка забезпечує дружніші й швидші сходи.

У межах центрального Лісостепу України бачимо обернену залежність між температурою ґрунту під час сівби та тривалістю періоду сівба-сходи. Чим вища температура ґрунту, тим коротшим стає цей період. При температурі ґрунту 10 °С та на глибині 10 см (22 квітня) період сівба-сходистановив 21 день, а за температури 12-14 °С (1-10 травня) цей період скорочувався на 6-8 дн.

А.О. Бабич підкреслює, що при виборі строків сівби слід враховувати не лише температуру ґрунту, а й довжину дня, яка значно впливає на продуктивність сої. У південних регіонах України, де період вегетації триваліший, ґрунт прогрівається раніше, ніж світловий день стає достатньо тривалим, тому орієнтуватися потрібно на календарні строки сівби, щоб уникнути передчасного цвітіння. У північних регіонах, з коротшим періодом вегетації, доцільніше орієнтуватися на температуру посівного шару ґрунту. При цьому довший день може затримувати розвиток сої, тоді як коротший – його прискорювати.

Дослідження американських вчених підтверджують, що строки сівби суттєво впливають на темпи росту й розвитку рослин, формування генеративних органів, рівень урожайності та якість насіння. Соя демонструє значну варіативність польової

схожості насіння та тривалості періоду від сівби до появи сходів залежно від строків посіву. Це обумовлено коливаннями температури під час проростання насіння і недостатньою вологістю верхнього шару ґрунту. Затримка з посівом призводить до пересихання посівного шару, що ускладнює отримання рівномірних і повноцінних сходів [18, 22, 41].

Дослідження Інституту зернового господарства УААН показали, що польова схожість сої суттєво залежить від строків сівби. Приблизно за 11 років вона становила 63,7 % для сівби 18-20 квітня, 69,7 % для 28-30 квітня, 80,4 % для 8-10 травня, 79 % для 18-20 травня і 70,1 % для 28-30 травня. Надто ранні або пізні строки сівби призводять до того, що 30,3-31,2 % насіння не проростає, внаслідок чого посіви отримуються дещо зрідженими.

Досліджено, що при ранніх строках сівби соя досягає швидшого досягання, але період вегетації залишається найдовшим. У пізніх строках сівби вегетаційний період скорочується через прискорений ріст і розвиток рослин. А.О. Бабичем досліджено, що на тривалість вегетаційного періоду значно впливають погодні умови року. У посушливі роки з підвищеними середньодобовими температурами вегетаційний період скорочувався, тоді як у роки з прохолоднішою температурою та надмірною кількістю опадів він подовжувався. Наприклад, у середньому за два роки для сорту Агат вегетаційний період становив 125 днів при ранніх строках сівби, тоді як при пізніших строках він скорочувався до 120 і 119 днів відповідно.

Строки сівби мають значний вплив на розвиток кореневої системи рослин. За умов достатньої вологості ґрунту бокові та придаткові корені розвиваються інтенсивніше, знижуючи значення зародкових коренів. У випадку дефіциту вологи розвиток усієї кореневої системи значно уповільнюється. Забезпечення оптимальних умов для формування потужної кореневої системи сприяє активному розвитку симбіотичного апарату, що позитивно позначається на загальному стані рослин і рівні врожайності [22, 35].

Дослідження, проведені протягом останніх п'яти років у центральному Лісостепу України, показали залежність площі листової поверхні та темпів її росту й розвитку до максимального рівня від строків сівби та заходів захисту сої від

хвороб. Найбільша площа листової поверхні (45,9 тис. м<sup>2</sup>/га) була зафіксована у фазі наливання зерна на ділянках, де сівбу проводили за оптимального термічного режиму (12 °С у ґрунті на глибині 10 см). Насіння перед сівбою обробляли вітаваксом 200 ФФ і ризоторфіном, а посіви додатково обприскували препаратом альто супер. Це перевищувало показники контрольних ділянок із раннім строком сівби (10°С) без використання хімічного захисту від хвороб на 9,5 тис. м<sup>2</sup>/га.

Дослідження В.Ф. Баранова, Ю.П. Мякушка, О.О. Грабовського, О.М. Кононюка, В.П. Шевченка показали, що ранній строк сівби сприяє кращій реалізації потенціалу сортів сої. О.М. Венедіктов відзначив, що найсприятливіші умови для отримання врожаю насіння сої на рівні 2,98-3,02 т/га в центральному Лісостепу України створюються при сівбі в оптимально ранні або оптимальні строки з використанням передпосівної обробки насіння ризоторфіном та протруйником, а також обробка посівів препаратом фунгіцидом у період вегетації.

У різних аграрних підприємствах терміни сівби визначаються індивідуально залежно від регіону.

У районі північного Лісостепу оптимальні строки припадають на першу декаду травня, допустимі – до 20 травня. У східному Лісостепу найкращі результати досягаються за сівби у останній декаді квітня – на початку травня. На території південного та південно-західного Лісостепу сою висівають у другій та третій декаді квітня – у перших днях травня. На території північного та центрального Степу оптимальні строки коливаються у проміжку кінець квітня – перша декада травня.

У південному Степу найоптимальніші терміни сівби, це друга половина квітня, або початок травня. У західних областях та на Поліссі оптимальні строки – початок травня.

Такий підхід дозволяє врахувати регіональні особливості клімату та ґрунту, забезпечуючи високу врожайність і стабільність показників [10, 29].

У роки з ранньою та теплою весною, коли ґрунт швидко прогрівається, а ризик заморозків і тривалого похолодання відсутній, рекомендується проводити сівбу сої наприкінці другої або в третій декаді квітня. У разі холодної та затяжної весни оптимальним періодом для сівби є кінець першої або друга декада травня.

У роки коли існує засуха ранні строки сівби є більш оптимальними, оскільки дозволяють максимально використати наявні запаси вологи в ґрунті для набубнявіння і проростання насіння.

У центральних і східних регіонах Болгарії посів сої проводять при досягненні температури посівного шару ґрунту 8–10 °С, що зазвичай спостерігається в період з 10 квітня до 10 травня. У центральній і північній Італії найефективнішими вважаються ранні строки сівби, проте для компенсації можливого негативного впливу низьких температур збільшують норму висіву насіння.

Такий підхід забезпечує ранній збір урожаю та дає змогу своєчасно підготувати ґрунт для наступних культур.

У північних, центральних, та південних штатах США також віддають перевагу раннім строкам сівби сої та кукурудзи. Досліди із 15-ма сортами ранньостиглої групи сої показали переваги ранньої сівби перед пізньою. Відтягування строків сівби негативно впливає на розвиток рослин, знижуючи їх висоту, рівень закладання бобів та врожайність.

Ранні строки сівби загалом сприяють ефективному використанню ресурсів, забезпечують стабільний розвиток рослин та оптимізують цикл агротехнічних робіт. Встановлення оптимальних строків сівби сої визначається як температурою ґрунту, так і календарними показниками, що підтверджується дослідженнями зарубіжних науковців. За даними Університету штату Огайо (США), максимальна врожайність сої (32,0–34,5 ц/га) була досягнута при сівбі 10 квітня. Затримка із сівбою до 25 травня зменшила врожайність до 29,0–29,3 ц/га, а до 10 червня – до 22,5–24,0 ц/га. У Чехії найвищий урожай (21,5–23,5 ц/га) отримали при ранньому строку сівби в третій декаді квітня.

У Франції ранній строк сівби (15 квітня – 10 травня), коли температура ґрунту досягала 12 °С, також виявився найефективнішим. За цих умов рослини мають можливість сформувати кореневу систему до настання періоду засухи, що сприяє своєчасному дозріванню.

Американські дослідники наголошують, що тривалість дня є ключовим критерієм для встановлення оптимального строку сівби. Наприклад, для пізніх

сортів сої оптимальною є тривалість дня 14,6 годин. У штатах Міссісіпі, Джорджія, Алабама та Флорида строки сівби змінюються залежно від регіону: 5 травня у Стоунвілі, 10 травня у Тіфоні, 15 травня у Мобайлі та 10 червня у Матамі.

В Україні за останні роки спостерігаються зміни кліматичних умов, що ускладнює вибір оптимальних строків сівби. Підвищення середньодобових температур повітря на фоні низької вологості посівного шару ґрунту кожної весни вимагає корекції підходів до строків сівби, щоб забезпечити адаптацію технологій до нових умов.

Коригування строків сівби культури в допустимих межах дозволяє оптимізувати некеровані фактори, такі як тепло та сонячна радіація, що впливають на життєдіяльність рослин, забезпечуючи сприятливі умови для їхнього росту та розвитку.

Для формування високої продуктивності рослини потребують доступних форм елементів живлення протягом усього вегетаційного періоду. Соя є досить вимогливою до поживних речовин, і макроелементів недостатньо для повної реалізації її потенційної врожайності. Особливу увагу слід приділити забезпеченню сої мікроелементами, зважаючи на її високу фізіологічну потребу.

Інтенсифікація землеробства викликає зростання інтересу до використання мікродобрив через такі причини:

Постійне вилучення з поля основної та побічної продукції культур поступово виснажує ґрунт, зменшуючи вміст мікроелементів. Зростання врожайності та покращення якості сільськогосподарської продукції підвищують потребу рослин у мікроелементах. При цьому використання підвищених доз макродобрив нерідко порушує баланс ґрунтового розчину, що знижує доступність мікроелементів для засвоєння рослинами.

Висококонцентровані добрива зазвичай не містять мікроелементів.

У ризикованих умовах землеробства, характерних для України, критичні періоди, пов'язані з посухами, низькими температурами, їх добовими коливаннями та перезволоженням, додатково підвищують значення мікроелементів для підтримання життєдіяльності рослин.

Таким чином, внесення мікродобрив є важливою складовою технології вирощування сої, спрямованою на підвищення її врожайності та адаптацію до стресових умов навколишнього середовища [7, 14, 45].

Кліматичні зміни, які супроводжуються значним зменшенням кількості опадів протягом вегетаційного періоду, потеплінням і частими проявами повітряної та ґрунтової посухи, викликають стресовий стан у рослин. Хоча природні фактори змінити неможливо, використання різноманітних агротехнічних і агрономічних заходів дозволяє посилити імунітет рослин, покращити засвоєння ними елементів живлення та вологи, сприяти вегетативному росту, розвитку генеративних органів та значно підвищити стійкість до засухи та інших негативних факторів зовнішнього середовища.

Незалежно від концентрації в рослинах, мікроелементи відіграють ключову агрономічну та фізіологічну роль і є незамінними для нормального розвитку. Вони сприяють покращенню обміну речовин у рослинах, усувають функціональні порушення та забезпечують нормальний перебіг фізіолого-біохімічних процесів.

Мікроелементи беруть участь у синтезі хлорофілу, підвищують інтенсивність фотосинтезу, покращують стійкість рослин до бактеріальних і грибкових хвороб, а також до несприятливих умов навколишнього середовища, таких як різкі температурні коливання або нестача вологи.

Не дивлячись на те, що мікроелементи є у рослинах у незначній кількості, їх дія є надзвичайно важливою і нагадує вплив вітамінів. Однак, мікроелементи не засвоюються в організмі рослин на відміну від вітамінів, і тому повинні надходити ззовні, що підкреслює необхідність їх своєчасного внесення для забезпечення повноцінного розвитку культур [16, 40].

Основним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт. Проте вміст мікроелементів у ґрунтах суттєво різниться залежно від їх типу, а інтенсифікація сільського господарства за останні десятиліття значно скоротила їхні запаси. Разом із врожаєм з ґрунту виноситься значна частина мікроелементів, що створює необхідність їх поповнення.

Агрохімічні дослідження свідчать, що ґрунти Лісостепу багаті на мідь і марганець, мають задовільний рівень молібдену, але слабо забезпечені бором і цинком. Застосування мікродобрив найкраще проявляє свою ефективність на ґрунтах із середнім і низьким рівнем забезпеченості мікроелементами.

Одним із значних досягнень біології за останнє століття стало розуміння важливості мікроелементів у життєдіяльності рослин, тварин і людей. Їх специфічні функції були детально вивчені на клітинному та молекулярному рівнях.

Бор відіграє ключову роль у рості та розвитку рослин. Він бере участь у біосинтезі нуклеїнових кислот, нуклеопротейдів і гетероауксину, що стимулюють ріст культур. Бор сприяє активізації поділу клітин, розвитку молодих тканин і підвищенню еластичності клітинних стінок. Також він стимулює розвиток кореневої системи, покращуючи постачання рослин киснем і сприяючи формуванню додаткових коренів.

Особливо важливою є роль бору у взаємодії бобових культур із бульбочковими бактеріями. Бор сприяє утворенню бульбочкових бактерій на коренях, що підвищує фіксацію атмосферного азоту. Це досягається завдяки зростанню збільшенню обсягу вуглеводів, особливо тих що розчиняються, та покращенню транспорту листових асимілятів до кореневої системи. У разі дефіциту бору порушується формування судинного пучка, які забезпечують обмін речовин між рослиною й азотфіксуючими бактеріями, що негативно впливає на життєдіяльність рослин і їхню продуктивність [9, 17, 23].

Оптимальне забезпечення бором сприяє збільшенню кількості та розмірів хлоропластів із чітко структурованими тилакоїдами, строною та гранулами, що позитивно впливає на фотосинтез. На відміну від більшості інших мікроелементів, бор зменшує інтенсивність дихання рослин, знижує денну депресію фотосинтезу та підвищує його ефективність за високих температур, які наближаються до критичних значень.

Бор також підвищує стійкість рослин до перегріву і посухи. Завдяки його впливу збільшується вміст цукрів, що покращує жаростійкість рослин. Він сприяє

покращенню водного режиму, збільшуючи вміст зв'язаної води в тканинах, що є особливо важливим в умовах тривалих літніх спек.

Цей мікроелемент також позитивно впливає на синтез і переміщення таких речовин, як ауксин, каротин і вітамін С, з листя до органів плодоношення. Завдяки цьому бор зменшує недорозвиненість бобів і насіння, сприяє їх повному дозріванню, підвищує масу 1000 од. насіння і вміст жиру в них. Потреба в борі особливо зростає під час формування бутонів та цвіту, коли рослини найбільше потребують цього мікроелемента для забезпечення високої продуктивності [16].

Магній є важливим мікроелементом, який відіграє ключову роль у процесах утворення енергії в рослинах. Магній, будучи складовою частиною хлорофілу, відіграє важливу роль у процесі фотосинтезу. Його дефіцит уповільнює синтез хлорофілу, що знижує здатність рослин до асиміляції CO<sub>2</sub>, зменшує утворення вуглеводів, порушує процеси дихання та сповільнює синтез білка.

Магній особливо необхідний для формування генеративних органів, оскільки активізує процеси, пов'язані з утворенням насіння, більше ніж для вегетативного росту. Він відіграє важливу роль в обміні вуглеводів і жирів, а також у синтезі нуклеїнових кислот, де іони магнію сприяють включенню амінокислот у білкові молекули. Порушення забезпечення рослин магнієм викликає зміни у структурі клітин і тканин, що негативно впливає на їхній розвиток.

Рослини, які отримують достатню кількість магнію, демонструють більшу життєздатність і стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища. Магній відіграє важливу роль у перерозподілі та перетворенні фосфору в рослинних тканинах, стимулює розвиток бульбочкових бактерій на коренях і активує ферменти, зокрема фосфатазу. Існує позитивна залежність між рівнем магнію та фосфору в живленні рослин, що підкреслює необхідність збалансованого постачання цих елементів для забезпечення оптимального росту і розвитку рослин [13, 22, 34]. Марганець, у свою чергу, бере участь в окисно-відновних процесах у клітинах рослин як компонент ферментів або їх активатор. Його присутність сприяє підвищенню активності окислювальних ферментів, таких як оксидази, і накопиченню продуктів окислення, зокрема аскорбінової кислоти. Одна з ключових

функцій марганцю полягає у прискоренні процесу фотосинтезу, зокрема у фотолізі води, під час якого виділяється молекулярний кисень.

Підживлення марганцем збільшує вміст хлорофілу і каротиноїдів у листках, що посилює фотосинтетичну активність. Фізіологічно марганець важливий для азотного обміну, сприяючи засвоєнню амонійного та нітратного азоту, діючи як окисник при амонійному і як відновник при нітратному живленні. Він також підвищує енергію проростання, активізує гідролітичні процеси в проростках, збільшує вміст вільних амінокислот і стимулює синтез ДНК та РНК. Застосування марганцевих добрив не лише підвищує врожайність, але й покращує якість продукції, збільшуючи вміст цукрів, сирого протеїну, білків, жирів і вітамінів.

Цинк є важливим для активації ферментів, що беруть участь у дихальних процесах, і входить до складу карбоангідрази - ферменту, який відіграє ключову роль у зв'язуванні та виділенні вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ). Цинк також пов'язаний із синтезом і обміном ауксинів, які регулюють ріст рослин. Його дефіцит викликає порушення в ланцюгу перетворень індольних сполук і синтезі індоліл-оцтової кислоти (ІОК), що призводить до затримки росту, оскільки більшість ауксинів залишається неактивною, а активність інгібіторів росту переважає.

Цинк сприяє покращенню переміщення вуглеводів і збільшенню загального вмісту білкових речовин у рослинах, що має позитивний вплив на їх ріст та розвиток [5, 16, 25]. Цинк відіграє важливу роль у забезпеченні цвітіння та плодоношення рослин. Його значення тісно пов'язане із участю у обміні азоту: при дефіциті цинку спостерігається порушення синтезу білка, що призводить до зменшення його вмісту в рослинах. Це відбувається через накопичення амідів та амінокислот, які є розчинними формами азоту. Цинк також призводить до зниження транспірації рослин у денні та вечірні години, сприяє активації утворення органічної кислоти, які відіграють захисну роль проти суховіїв. Крім того, забезпечення цинком підвищує вміст вуглеводів у листках і стеблах, стабілізує дихання рослин під час різкої зміни температур, що позитивно впливає на холодостійкість, посухостійкість і солестійкість рослин.

Обробка рослин цинком сприяє підвищенню їх жаростійкості, що призводить до збільшення в'язкості цитоплазми, вмісту зв'язаної води в клітині, завдяки чому покращується водоутримуюча здатність рослин.

Мідь відіграє ключову роль у фотосинтезі, сприяючи стабілізації хлорофілу та захищаючи його від руйнування. Це забезпечує ефективний перебіг фотосинтетичних процесів і підтримує життєздатність рослин навіть за несприятливих умов [10].

Поліпшення умов живлення рослин міддю сприяє підвищенню стабільності фотосинтетичних пігментів, що продовжує життєздатність листків і рослин загалом, продовжує процес фотосинтезу та, як наслідок, підвищує врожайність насіння та наявність у ньому вуглеводів. Листя бобових культур містить мідьвмісний білок пластоціанін, який є невід'ємною складовою хлоропластів і відіграє важливу роль у процесах фотосинтезу.

Мідь є складовою ферментів, таких як поліфенолоксидаза, аскорбіноксидаза, лактаза, дегідрогеназа, які відіграють ключову роль в окислювальних процесах. Під впливом міді підвищується активність пероксидази, знижується активність синтетичних центрів і накопичуються розчинні вуглеводи, амінокислоти та інші продукти розпаду складних органічних речовин. Мідь є необхідним елементом для нормальної асиміляції мінерального азоту, що впливає на інтенсивність дихання і характер обміну вуглеводів та білків.

Додавання міді має позитивний вплив на розвиток потужної кореневої системи із наявністю бульбочок, які формуються у вигляді густих грон біля головного кореня. Також, мідь сприяє підвищенню стійкості рослини до бактеріальних та грибкових захворювань, покращує водний режим і посухостійкість завдяки збільшенню вмісту води в листках. Цей ефект пояснюється впливом міді на колоїдно-хімічні властивості протоплазми, що посилює її в'язкість і знижує проникність клітинних мембран.

Мідь разом із марганцем і бором активує ферменти, які беруть участь у біосинтезі кутикулярних парафінів і жирних кислот. Це зменшує непродихову транспірацію, знижує теплове навантаження на листя і сприятливо впливає на

продуктивність рослин в умовах посухи, покращуючи їх адаптацію до несприятливих умов вирощування [11].

Залізо є важливим мікроелементом, який відіграє ключову роль в окисно-відновних процесах рослин. Залізо є у складі таких ферментів, як пероксидаза і цитохромоксидаза, каталаза, які забезпечують перенесення електронів під час дихальних реакцій. Завдяки цьому залізо виступає переносником електронів між різними речовинами, прискорюючи окислювально-відновні процеси, що є основою дихання рослин.

Від наявності в рослинах марганцю залежить і активність залізовмісних ферментів. За дефіциту марганцю навіть незначна кількість кислих форм заліза може стати токсичною для рослин, тоді як його надлишок призводить до утворення нерозчинних органо-фосфорних сполук заліза, що може викликати хлороз листя.

Також, залізо приймає участь у біосинтезі хлорофілу, хоча його немає у його складі. Завдяки залізовмісному білку ферридоксину, воно сприяє фотосинтезу і трансформації азотовмісних речовин у рослинах. Водночас залізо є відносно нерухомим у рослинах, що зумовлює його нестачу в молодих органах, оскільки воно майже не переміщується від старих тканин.

Молібден також є важливим для рослин, так як приймає участь у вуглеводному обміні, білковому, синтезі хлорофілу і вітамінів та обміні фосфорних сполук. Використання молібденових добрив сприяє прискоренню біосинтезу нуклеїнових кислот у листках сої, що позитивно впливає на їх розвиток.

Молібден входить до складу ферментів, таких як нітратредуктаза, нітритредуктаза, гідрогеназа, ксантиноксидаза і комплекс оксиредуктаз, які забезпечують перебіг окисно-відновної реакції. Він має провідне значення у переміщенні електрону від субстратів, що окислюються, до речовин, що відновлюються, забезпечуючи таким чином нормальний обмін речовин і розвиток рослин [10, 16, 23].

Фізіологічна роль молібдену заключається у його впливі на первинний етап асиміляції азоту - його відновлення, але й у сприянні утворенню амінокислот. Під його впливом змінюється амінокислотний склад білків, зокрема підвищується вміст

загального та білкового азоту в насінні, що супроводжується зменшенням небілкової частини азоту. Завдяки цьому забезпечується повноцінне формування білкових речовин.

Молібден також активує початкові механізми проростання насіння, сприяючи швидкому розвитку рослин. Під його дією збільшується площа листової поверхні, що забезпечує ефективніше використання сонячної енергії хлорофілом у процесі фотосинтезу, створюючи передумови для підвищення продуктивності рослин.

Молібден також стимулює активність бульбочкових і азотфіксувальних бактерій, які забезпечують фіксацію молекулярного азоту з повітря та його перетворення в доступні для рослин сполуки, зокрема аміачні солі. Це сприяє забезпеченню рослин доступним азотом і підвищує урожайність бобових культур, зокрема сої [13, 50]. Молібден відіграє важливу роль у фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Однією з причин цього є підвищення активності дегідрогеназ у його присутності. Ці ферменти сприяють забезпеченню безперервного потоку активованого водню, який так необхідний при процесі оновлення атмосферного азоту.

Також молібден є ключовим елементом у синтезі леггемоглобіну, тобто білка, який захищає нітрогеназу. Леггемоглобін впливає на рожевий колір бульбочок, який є показником активної роботи нітрогенази та ефективного процесу азотфіксації. Завдяки молібдену покращується азотне живлення рослин сої, а також підвищується ефективність застосування калійних і фосфорних добрив.

Вплив молібдену на сільськогосподарські культури не обмежується лише підвищенням урожайності, він також сприяє покращенню якості продукції. Зокрема, він впроваджує збільшення вмісту аскорбінової кислоти, білків, вуглеводів й каротину. Зміни у складі білків насіння характеризуються збільшенням водорозчинної альбумінової фракції, що підвищує поживну цінність зерна. Також, завдяки вмісту молібдену більшується накопичення лінолевої кислоти, яка сприяє покращенню харчової цінності олії [5].

Кобальт є важливим мікроелементом, особливо у складі бобових рослин, оскільки він приймає участь у процесах фіксації атмосферного азоту. Він входить

до складу кобаламіну (вітаміну B12), який синтезується бульбочковими бактеріями, та ферментів азотфіксуючих організмів. Завдяки цьому кобальт сприяє утворенню ДНК, метіоніну, а також поділу клітин бактерій, що забезпечує ефективний процес азотфіксації. Наявність кобальту підвищує рівень леггемоглобіну в бульбочках рослин, що сприяє активнішій фіксації атмосферного азоту. Крім того, він має позитивний вплив на синтез хлорофілу, що проходить у листі, уповільнюючи його руйнування у темряві, сприяє підвищенню інтенсивності дихання рослини, збільшує склад аскорбінової кислоти, що впливає на енергетичний обмін. Кобальт також активізує цикл Кребса, прискорює реакції окиснення та відновлення, стимулює біосинтез білків і нуклеїнових кислот, а також накопичення цукрів і жирів у рослинах. Завдяки своєму впливу на обмін речовин і синтез біологічно активних сполук, кобальт є важливим стимулятором росту рослин. Він також посилює захисні функції, підвищуючи стійкість рослин до хвороб і біотичних стресів через накопичення алкалоїдів.

Мікроелементи, зокрема кобальт, мають вирішальне значення для синтезу білків, вуглеводів і жирів. Вони також входять до складу гормонів, вітамінів та інших біологічно активних сполук, забезпечуючи важливі метаболічні процеси в організмі рослин.

Без їх участі не може відбуватися жоден біохімічний чи фізіологічний процес у рослинах, що підкреслює їхнє ключове значення для життєдіяльності та продуктивності рослин.

Збалансоване застосування добрив, яке відповідає потребам рослин на різних стадіях їх розвитку, є ключовим фактором підвищення їхньої стійкості до екстремальних погодних умов. Забезпечення сільськогосподарських культур необхідними мікроелементами, навіть за несприятливих умов, сприяє формуванню стабільно високих і якісних урожаїв.

---

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### **2.1. Ґрунтово-кліматичні умови та організаційно - економічна характеристика зони дослідження**

Об'єкт дослідження у кваліфікаційній роботі - вдосконалення технології вирощування сої у ТОВ «Агробуд», розташованого в селищі міського типу Оратів, пров. Аграрний, будинок 3, Вінницького р-н, Вінницької області.

Предметом дослідження визначено процеси росту і розвитку рослин, роботу фотосинтетичного та симбіотичного апаратів, формування врожайності та якісних характеристик насіння сої в залежності від впроваджених агротехнічних прийомів і впливу погодних умов.

Основним напрямком діяльності підприємства є вирощування зернових культур. Основними культурами, які обробляються в господарстві, є пшениця, ячмінь, соняшник, кукурудза, горох, гречка та інші.

ТОВ «Агробуд» діє на основі затвердженого статуту, згідно з яким є відкритим акціонерним товариством. Підприємство здійснює свою діяльність у сфері сільського господарства, спеціалізуючись на вирощуванні зернових і технічних культур.

Господарство розташоване у другому агрокліматичному районі Вінницької області, який належить до центрального лісостепового агрокліматичного району. Ця територія характеризується помірним кліматом із середнім термічним режимом і адекватним зволоженням. Під впливом центрального антициклону тут інколи спостерігається вторгнення арктичного повітря, що зумовлює помірно континентальний клімат.

За даними Вінницької метеорологічної станції, середня річна температура повітря в районі розташування господарства становить +8,6 °С, що відповідає умовам центрального лісостепу.

Таблиця 2.1

## Хід середньомісячних температур

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середньо-місячна t	-5,4	-6,4	5,4	10,6	15,6	20,9	24,8	22,2	17,7	8,8	4,0	-2,8

Сума активних температур повітря, які перевищують +10 °С, становить 2550–2650 °С, а гідротермічний коефіцієнт коливається в межах 1,1–1,2. Період зі стійким сніговим покривом триває 95-100 днів, а безморозний період – 155-160 днів.

Середньорічна кількість опадів становить 440 мм, причому найбільша їх частка (35 % від річного обсягу) випадає влітку, збігаючись із періодом максимального росту сільськогосподарських культур.

Весняні заморозки зазвичай припиняються 15-20 квітня, а осінні починаються 12-17 жовтня. Це дозволяє розпочинати польові роботи в період з 4 до 16 квітня і завершувати їх до 30 жовтня.

У цьому регіоні переважають вітри східного та північно-східного напрямків. Вітри зі швидкістю понад 12 м/с є рідкісними: вони спостерігаються протягом 3-5 днів узимку (переважно під час снігопадів) і 3-4 днів улітку.

Кліматичні умови сприяють вирощуванню основних сільськогосподарських культур, забезпечуючи оптимальні умови для їхнього росту та розвитку.

Таблиця 2.2

## Розподіл опадів по місяцях

Показники	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	За рік
Сума													
max	79	103	63	81	124	128	127	60	68	66	118	81	635
сер.	31	26	29	37	48	64	76	64	41	44	43	37	540
min	8	4	6	0	2	14	17	1	3	2	1	5	349

Тривалість вегетаційного періоду у середньому становить 190-197 днів. За цей час випадає 333-360 мм опадів, що становить 60–70 % від річної норми. Територія господарства належить до агрогідрологічної зони повного весняного промочування, що сприяє забезпеченню рослин продуктивною вологою.

Річний максимум запасів продуктивної вологи фіксується навесні і становить 165-180 мм у метровому шарі суглинкових ґрунтів. Мінімум припадає на завершення вегетаційного періоду, коли запаси вологи знижуються до 50–100 мм. Загалом умови водозабезпечення вважаються сприятливими для формування врожаю сільськогосподарських культур.

Вінницька область розташована у лісостеповій зоні з характерною для цього регіону рослинністю. Лісистість області складає 14,2 %, з переважанням середньоєвропейських лісів. Основу лісового покриву становить граб, а також зустрічаються липа, клен, дуб, ясен, дика груша, осика, тополя, яблуня та інші.

Ґрунтовий покрив області різноманітний. Близько 65 % ґрунтів є опідзоленими. На північному сході переважають чорноземи, у центральній частині регіону поширені сірі, темно-сірі та світло-сірі ґрунти, тоді як на південному сході та в Придністров'ї зустрічаються чорноземи та опідзолені ґрунти. Понад 70 % території Вінницької області є зораними, що підкреслює її сільськогосподарське значення.

Господарство активно використовує свої земельні ресурси для вирощування зернових та інших сільськогосподарських культур, враховуючи сприятливі ґрунтові й кліматичні умови регіону [1,19].

Незначна частина ґрунтів господарства має слабо кислу чи близьку до нейтральної кислотність, середній та підвищений вміст фосфору та калію, та разм із тим низький вміст азоту легкогідролізованого.

## **2.2. Дослідження технології вирощування сої**

Технологія вирощування сої базується на виборі високоврожайних сортів, які демонструють стабільно високі результати за різних умов. Важливим є врахування природно-кліматичних особливостей полів, адже соя піддається впливу понад 145

вірусів, зокрема вірусу мозаїки сої та плямистості бобів квасолі. Окрім вірусних захворювань, соя може бути уражена бактеріозами, що проявляються у вигляді білих плям і виразок на насінні. Ці захворювання передаються через насіння і зберігаються в ґрунті на післяжнивних рештках.

Соя є важливим продуктом, що використовується у харчовій промисловості, та у виробництві тваринних кормів. Її поживна цінність обумовлена високим вмістом білка, який може сягати 50 %. Завдяки цьому та можливості генетичної модифікації, соя залишається однією з найбільш затребуваних культур у світі. Китай, як найбільший імпортер, відіграє ключову роль у світовій торгівлі соєю. В Україні вирощування цієї культури є економічно вигідним із рентабельністю близько 34 %, що забезпечує дохід у межах 25-30 тис. грн з 1 га.

У контексті зміни клімату вирощування сої вимагає впровадження волого- та ресурсоощадних технологій, а також ефективних систем живлення рослин.

Оскільки соя є культурою з високими вимогами до вологості та тепла, застосування оптимального комплексу макро- і мікроелементів для позакореневого підживлення сприяє збалансованому живленню, підвищенню якості продукції та стабільності врожаю. Енергоощадні технології вирощування, такі як мінімальний обробіток ґрунту, сприяють збереженню його фізичних і водних характеристик, стабілізації продуктивності рослин та загальному покращенню екологічної стійкості агросистеми.

Дослідження проводилися впродовж 2022-2023 років із використанням методів польових та лабораторно-польових дослідів відповідно до рекомендацій, викладених у «Методиці польових досліджень», «Методиці проведення дослідів по кормовиробництву» та «Основах наукових досліджень в агрономії» [36]. Польові дослідження були спрямовані на вивчення впливу та взаємозв'язку трьох факторів:

А – строки сівби (1 строк, 2 строк, 3 строк);

В – передпосівна обробка насіння (обробка Рексоліном, 150 г/т, без обробки);

С – підживлення посівів (позакоренево) (без підживлення; підживлення Брасітрелом, 3 л/га, підживлення Рексоліном, 0,5 кг/га).

Дослід включав три рівні ділянок: ділянки першого порядку відповідали строкам сівби (1, 2, 3 строки); ділянки 2-го порядку враховували варіанти передпосівної обробки насіння; ділянки третього порядку були визначені варіантами позакореневого підживлення посівів. Такий підхід дозволив комплексно оцінити вплив кожного фактора окремо та їхньої взаємодії на ріст, розвиток і продуктивність рослин.

Таблиця 2.4

## Дослідження схеми польового дослід

Терміни сівби (фактор А)*	Передпосівна обробка насіння сої (фактор В)	Позакореневе підживлення посівів сої (фактор С)
1 строк (А <sub>1</sub> ) 2 строк (А <sub>2</sub> ) 3 строк (А <sub>3</sub> )	без обробки (В <sub>1</sub> )	без підживлення
		Рексолін (0,5 кг/га)
		Брасітрел (3 л/га)
	Рексолін (150 г/т) (В <sub>2</sub> )	без підживлення
		Рексолін (0,5 кг/га)
		Брасітрел (3 л/га)

У проведеному дослідженні контрольним був варіант, який припускав проведення сівби у 1-й строк без обробки насіння перед посівом та без позакореневого підживлення. Дослідну ділянку було визначено площею 27 м<sup>2</sup>, з яких 18 м<sup>2</sup> становила облікова площа. Розміщення варіантів було систематичним, із чотирьохразовою повторністю. Технологія вирощування сої відповідала загальноприйнятим нормам для зони Правобережного Лісостепу, за винятком досліджуваних елементів.

Попередником виступала озима пшениця, після збирання якої виконувалося лушення стерні за допомогою дискового луцильника ЛДГ-15 глибиною 6-8 см. Перед проведення сівби вносили фосфорне та калійне добриво у нормі Р60К60 що існує у формі простих суперфосфатів та калійних солей. Обробіток ґрунту проводили за допомогою методу оранки на глибину 20-25 см плугом ПЛН-5-35.

Ранньовесняне боронування проводили боронами БЗТС-1,0 з настанням фізичної стиглості ґрунту. За 3-4 дні до сівби вносили гербіцид Харнес у дозі 2,2 л/га, після чого проводилася передпосівна культивування на глибину загортання насіння, яка виконувалася культиватором КПС-4 у поєднанні з боронами БЗТС-1,0.

У рамках дослідження насіння сої попередньо обробляли мікродобривом на хелатній основі «Рексолін» (150 г на 1 тонну насіння) з витратою робочого розчину 7 літрів на тонну за 10 днів до сівби. У день сівби проводилася інокуляція насіння ризоторфіном у нормі 200 г препарату на гектарну норму насіння. Сівбу здійснювали у три строки, залежно від температури ґрунту. У 2022 році перший строк сівби був 26 квітня, другий – 2 травня, третій – 11 травня. У 2023 році строки сівби були 28 квітня, 2 травня та 11 травня відповідно.

Сою висівали звичайним рядковим способом із міжряддям 15 см за допомогою сівалки СН-16, використовуючи сорт Терек із нормою висіву 700 тисяч схожих насінин на гектар. Насіння загортали на глибину 4-5 см.

Протягом вегетаційного періоду рослини підживлювали позакореневим способом багатокомпонентними мікродобривами на хелатній основі «Рексолін» (0,5 кг/га) та «Брасітрел» (3 л/га) з витратою робочого розчину 250 літрів на гектар. Підживлення проводили двічі: у фазі бутонізації та у фазі формування бобів. Для обробки дослідних ділянок використовували ранцевий обприскувач.

Збирання врожаю проводили у фазі повної стиглості за вологості насіння 14–15%, використовуючи комбайн «Samro-130». Урожайність обліковували окремо для кожної ділянки дослідів.

Аналіз ґрунтово-кліматичних умов місця проведення досліджень свідчить про їхню відповідність типовим для Лісостепу України характеристикам, що є сприятливими для вирощування сої та забезпечення високої врожайності. Погодні умови на протязі років дослідження відрізнялися від рівня середніх багаторічних показників, характеризуючись різним рівнем тепла та опадів, що по-різному впливало на зростання та розвиток культури сої. Це дозволило комплексно оцінити реакцію досліджуваного нами сорту на змінні умови його вирощування.

Схема дослідів та методика проведення експериментів відповідали тематиці роботи, а польові та лабораторні дослідження проводилися за затвердженими методиками. Виконані обліки та спостереження надали можливість отримати необхідні дані й детально розкрити вплив досліджуваних факторів на розвиток рослин.

Агротехніка вирощування сої в польових умовах відповідала загальноприйнятим практикам для досліджуваного регіону, за винятком досліджуваних елементів, які враховувалися окремо.

Отже, ефективне вирощування сої вимагає правильного вибору сортів, використання технологій, адаптованих до місцевих умов, забезпечення належного живлення та захисту від хвороб і шкідників. Також важливо проводити перевірки наявності патогенів у насінні для запобігання поширенню хвороб. Особливу увагу слід приділяти адаптації агротехнічних процесів до кліматичних змін, використовуючи технології, що знижують споживання води й оптимізують внесення добрив.

### **РОЗДІЛ 3**

## **УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ СОЇ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЇЇ ВИРОЩУВАННЯ**

#### **3.1. Структура елементів продуктивності сої залежно від застосування мікродобрив за різних строків сівби**

Досліджено, що ефективність фотосинтезу та фіксації азоту, а також формування врожайності сої визначається кількісним аналізом показників структури врожаю та їх взаємозв'язком з іншими характеристиками. Хоча між елементами продуктивності існує тісний взаємозв'язок, підвищення одного з них не завжди призводить до зростання врожайності. Тільки збалансоване поєднання всіх складових структури врожаю, засноване на впровадженні ефективних агротехнічних заходів, може забезпечити високий рівень продуктивності сої.

У рамках проведених досліджень продуктивність рослин оцінювали за такими показниками: висота прикріплення нижніх бобів, кількість бобів на рослині, кількість насінин у кожному бобі, кількість і маса насіння з однієї рослини, маса 1000 насінин. Отримані результати виявили варіативність цих характеристик залежно від строків сівби, способів обробки насіння та позакореневого підживлення. Одним із ключових показників продуктивності сої є висота

прикріплення нижніх бобів, яка визначає придатність рослин до механізованого збирання врожаю. У середньому за результатами дослідів висота прикріплення нижніх бобів залежала від строків сівби. Під час сівби в перший строк вона становила 10,2 см (табл. 3.1), у другий строк - 10,8 см, а в третій - 10,2 см.

У випадку 1-го варіанту без обробки насіння середня висота прикріплення нижніх бобів складала 10,3 см. Натомість на ділянках, де насіння обробляли Рексоліном перед сівбою, нижні боби розташовувалися вище, і висота прикріплення досягала 10,8 см у середньому.

Таблиця 3.1

Дослідження висоти прикріплення нижнього бобу на рослині соя у залежності від термінів сівби, обробки насіння й внесення позакореневого підживлення, см  
2022-2023 рр.

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
I строк	без обробки	9,4	10,2	10,3
	Рексолін	9,9	10,8	10,9
II строк	без обробки	9,8	10,8	10,8
	Рексолін	10,5	11,1	11,2
III строк	без обробки	9,2	10,0	10,3
	Рексолін	9,7	10,5	10,7
Середнє		9,8	10,5	10,7

Таблиця 3.2

Дослідження одержання врожаю бобів сої, залежно від термінів сівби, обробки насіння та внесення позакореневого підживлення, штук (середнє за 2022-2023 рр.)

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
I строк	без обробки	14,7	15,7	15,8
	Рексолін	15,4	16,0	16,2
II строк	без обробки	15,3	15,9	16,1
	Рексолін	15,8	16,3	16,5
III строк	без обробки	14,2	15,3	15,5
	Рексолін	15,1	15,6	15,7
Середнє		15,1	15,8	16,0

На посівах 2-го строку сівби (температура ґрунту 12 °С на глибині 10 см) в середньому формувалося 16,2 бобів на одну рослину. На варіантах без обробки насіння цей показник коливався від 15,4 до 16,2 шт./рослину. Передпосівна обробка насіння Рексоліном сприяла збільшенню кількості бобів до 15,7-16,6 шт./рослину.

Максимальна кількість бобів, 16,3-16,5 шт./рослину, була зафіксована на ділянках із позакореневим підживленням мікродобривами, що перевищувало контрольний варіант на 1,4-1,6 шт./рослину.

На посівах 3-го строку сівби (температура ґрунту 14 °С на глибині 10 см) спостерігалася найменша кількість бобів - у середньому 15,3 шт. на одну рослину.

На ділянках без обробки насіння кількість бобів варіювалася від 14,3 до 15,6 шт./рослину. За передпосівної обробки насіння цей показник підвищувався до 15,2-15,6 шт./рослину. Найкращі умови для формування бобів були створені на ділянках із позакореневим підживленням Рексоліном і Брасітрелом, де формувалося 15,7-15,9 шт./рослину, що перевищувало контроль на 0,9-1,0 шт./рослину.

Кількість насінин у бобі, яка є інтегральним показником наповненості, також залежала від строків сівби. У середньому, на посівах першого строку сівби незалежно від варіантів дослідів формувалося 1,90 насінин у бобі, на посівах другого строку - 1,92 шт., а на ділянках третього строку - 1,88 шт. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Кількість насінин у бобі сої залежно від строків сівби, обробки насіння та позакореневого підживлення, штук(середнє за 2022-2023 рр.)

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
I строк	без обробки	1,81	1,90	1,90
	Рексолін	1,85	1,94	1,94
II строк	без обробки	1,84	1,92	1,92
	Рексолін	1,88	1,95	1,96
III строк	без обробки	1,81	1,88	1,88
	Рексолін	1,83	1,90	1,91
Середнє		1,84	1,91	1,92

Максимальна кількість насінин у бобі формувалася на варіантах із позакореневим підживленням мікродобривами Рексоліном і Брасітрелом у поєднанні з передпосівною обробкою насіння Рексоліном. Цей показник досягав 1,94 насінин під час сівби у 1-й строк, 1,96 - у 2-й строк і 1,90-1,91 - у 3-й строк.

Дослідження показали, що кількість насінин у бобах залежала від строків сівби. У середньому формувалося 1,94 насінини під час сівби у 1-й строк, 1,96 - у 2-й строк, і 1,90-1,91 - у 3-й строк. Кількість насіння з однієї рослини закономірно залежала від кількості бобів на рослині та від елементів технології вирощування. Найвищу середню кількість насіння з однієї рослини зафіксовано за другого строку сівби, незалежно від варіантів досліду, - вона становила 30,5 штук.

На варіантах першого строку сівби без обробки насіння середня кількість насінин з однієї рослини становила 28,8 штук. У другому строку сівби цей показник зріс до 30,1 штук, тоді як у третьому строку знизився до 29,1 штук.

Передпосівна обробка насіння мікродобривом Рексолін позитивно впливала на формування насіння: на ділянках 1-го строку сівби цей показник становив 30,3 штук, на ділянках 2-го строку - 31,2 штук, а на 3-го строку - 29,2 штук з однієї рослини.

Таблиця 3.4

Дослідження кількості насіння із однієї рослини сої в залежності від термінів сівби, обробки насіння та внесення позакореневого підживлення, штук (2022-2023 рр.)

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
I строк	без обробки	26,7	29,6	30,1
	Рексолін	28,5	31,1	31,4
II строк	без обробки	28,1	30,4	30,9
	Рексолін	29,6	31,9	32,2
III строк	без обробки	25,6	29,1	29,2
	Рексолін	27,5	29,6	29,8
Середнє		27,7	30,2	30,6

Проведення позакореневого підживлення сої мікродобривами сприяло збільшенню кількості насіння із однієї рослини сої. Досліджено, що на ділянках де не було підживлення, незалежно від проведення строків сівби та обробки насіння перед посівом, рослина формувала в середньому 27,7 насінин. Листкове обприскування Рексоліном забезпечувало формування 30,2 насінин на рослину, а підживлення Брасітрелом показало найкращі результати – 30,6 насінин на рослину.

За роки проведення досліджень максимальна кількість насіння 32,2 шт. на рослину, була зафіксована на посівах 2-го строку сівби, там де насіння передпосівно обробляли Рексоліном, а під час вегетації проводили позакореневе підживлення Брасітрелом. Цей показник перевищував контрольний варіант на 5,5 насінин. Аналогічні заходи на посівах першого строку сівби також показали високу ефективність, хоча кількість насіння була дещо меншою – 31,4 шт. Найнижча ефективність мікродобрив спостерігалася на ділянках третього строку сівби, де кількість насіння варіювала в межах 29,6-29,8 шт. на рослину.

Таблиця 3.5

Дослідження маси насіння з однієї рослини сої, в залежності від строків сівби, обробки насіння та внесення позакореневого підживлення, г (2022-2023 рр.)

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
1 строк	без обробки	4,90	5,53	5,61
	Рексолін	5,32	5,78	5,85
2 строк	без обробки	5,07	5,70	5,79
	Рексолін	5,42	5,97	6,03
3 строк	без обробки	4,77	5,30	5,42
	Рексолін	5,07	5,50	5,60
Середнє		5,09	5,62	5,70

Одним із важливих показників продуктивності сої є маса насіння з однієї рослини, яка відображає реакцію культури на зміну умов вирощування. На ділянках досліду без використання мікродобрив маса насіння з однієї рослини становила 4,90 г у 1-му строку сівби, 5,07 г - у 2-му строку та 4,77 г - у 3-му строку.

Застосування передпосівної обробки насіння мікродобривом Рексолін підвищувало цей показник до 5,32 г для першого строку сівби, 5,42 г для другого строку та 5,07 г для третього строку.

На ділянках без позакореневого підживлення середня маса насіння з однієї рослини складала 5,09 г. Позакореневе підживлення мікродобривами позитивно впливало на продуктивність насіння. Листкове обприскування посівів сої Рексоліном забезпечувало масу насіння в межах 5,30-5,97 г/рослину, а застосування

Брасітрелу підвищувало цей показник до 5,42-6,032 г/рослину.

Поєднання передпосівної обробки насіння Рексоліном і позакореневого підживлення Брасітрелом забезпечило максимальні результати щодо маси насіння з однієї рослини. У першому строку сівби цей показник досяг 5,85 г на рослину, у другому - 6,02 г, а в третьому - 5,60 г, що перевищило контрольний варіант на 0,97, 1,11 і 0,70 г відповідно. Маса 1000 насінин, яка є показником наливання та виповненості насіння, залежить від генетичних особливостей сорту і незначно варіюється. За роки досліджень середній показник маси 1000 насінин був на рівні - 182,9 г у 1-му строку сівби, 183,9 г у 2-му та 181,3 г у 3-му. На ділянках без обробки насіння цей показник коливався від 180,0 до 183,7 г, тоді як передпосівна обробка дозволила отримати масу 182,2-184,5 г.

Таблиця 3.6

Маса 1000 насінин сої залежно від строків сівби, обробки насіння та позакореневого підживлення, г (середнє за 2022-2023 рр.)

Строк сівби	Обробка насіння	Позакореневе підживлення		
		без підживлення	Рексолін	Брасітрел
I строк	без обробки	180,0	183,4	183,7
	Рексолін	182,2	184,3	184,7
II строк	без обробки	181,3	184,5	184,6
	Рексолін	183,2	185,1	185,2
III строк	без обробки	179,0	181,6	181,9
	Рексолін	181,1	182,6	182,6
Середнє		180,9	183,5	183,7

Рослини 2-го строку сівби демонстрували масу 1000 насінин у межах 181,3-184,9 г на ділянках без обробки насіння. Передпосівна обробка мікродобрином на хелатній основі Рексолін сприяла формуванню більшої маси, яка становила 183,2-185,1 г.

У 3-му строці сівби маса 1000 насінин варіювала від 179,0 до 181,9 г на ділянках без обробки та від 181,1 до 182,6 г після передпосівної обробки насіння Рексоліном.

Під час позакореневого підживлення рослин спостерігалася тенденція до збільшення маси 1000 насінин: застосування Рексоліну забезпечувало значення 181,6-184,6 г, а Брасітрелу - 181,8-184,7 г.

Максимальна маса 1000 насінин була зафіксована на ділянках із поєднанням передпосівної обробки насіння Рексоліном та листового підживлення Рексоліном або Брасітрелом. У рослин першого та другого строків сівби ці показники досягли 184,3-185,2 г. Для 3-го строку сівби маса була нижчою і становила 182,5-182,6 г.

### **3.2. Економічна оцінка ефективності вирощування сої**

Показник урожайності є ключовим для визначення економічної цінності сільськогосподарської культури, оскільки він об'єднує продуктивність рослини, біоценозні фактори та умови навколишнього середовища. Показник величини врожайності культури також є важливим індикатором ефективності агротехнічних заходів.

Ріст та розвиток культури часто відбуваються не в сприятливих умовах, оскільки на сою можуть впливати різні негативні фактори, такі як висока температура повітря, дефіцит вологи, посуха, а також ураження шкідниками та хворобами, що знижує її продуктивність. Одним з рішень цієї проблеми є вдосконалення технології вирощування, зокрема, правильний вибір термінів сівби та застосування мікродобриг на основі хелатній для покращення живлення рослин у найважливіші періоди їх розвитку.

Наші дослідження показали, що урожайність сої залежить не лише від гідротермічних умов року, а також від факторів, що були досліджені в ході

експерименту. Найвищий рівень урожайності спостерігався у 2022 році, тоді показник середнього значення урожайності не залежав від варіантів досліду та становив 2,70 т/га. У 2023 році цей показник був дещо нижчим - 2,50 т/га, що пояснюється впливом зовнішнього середовища у період вегетації рослини, зокрема, зменшенням кількості вологи у ґрунті, дефіцитом кількості опадів у важливі періоди, а також високими температурами в фазах формування бобів, наливання та дозрівання насіння.

Таблиця 3.7

Дослідження урожайності насіння сої в залежності від елементів технології вирощування, т/га

Строк сівби (А)	Обробка насіння (В)	Позакореневе підживлення (С)	Роки		Середнє
			2022	2023	
I строк	без обробки	Без підживлення	2,21	2,03	2,12
		Рексолін	2,65	2,47	2,56
		Брасітрел	2,71	2,53	2,62
	Рексолін	Без підживлення	2,50	2,31	2,41
		Рексолін	2,88	2,74	2,81
		Брасітрел	2,93	2,78	2,86
II строк	без обробки	Без підживлення	2,47	2,24	2,36
		Рексолін	2,91	2,69	2,80
		Брасітрел	2,95	2,75	2,84
	Рексолін	Без підживлення	2,77	2,53	2,65
		Рексолін	3,13	2,91	3,02
		Брасітрел	3,17	2,95	3,06
III строк	без обробки	Без підживлення	2,14	1,94	2,04
		Рексолін	2,57	2,35	2,46
		Брасітрел	2,62	2,40	2,51
	Рексолін	Без підживлення	2,42	2,20	2,31
		Рексолін	2,75	2,54	2,65
		Брасітрел	2,78	2,59	2,69
НІР <sub>05</sub> за факторами: А - 0,15; В - 0,03; С - 0,01; АВС - 0,2					

Рослини культури, висіяні в 1-й строк, принесли середню врожайність на рівні 2,56 т/га за всіма варіантами. Найсприятливіші умови для формування насіння сої, її наливання й досягання були на посівах 2-го строку сівби, де врожайність становила 2,8 т/га.

У разі сівби в 3-й строк рослини сої знаходилися в умовах високих температур під час цвітіння, це негативно позначалося на заплідненні квіток, спричиняючи їх абортівність, і як результат, врожайність знизилась до 2,44 т/га.

Так, середня врожайність по всіх варіантах дослідження на тих ділянках де не було обробки насіння становила 2,5 т/га. Обробка насіння перед посівом дозволила отримати врожайність 2,73 т/га в середньому.

Досліди показали. Що позакореневе підживлення рослин під час вегетації мікродобривами у періоді бутонізації та наливання насіння суттєво вплинуло на продуктивність сої. У випадку без підживлення врожайність культури становила 2,31 т/га, тоді як листкове обприскування Рексоліном підвищило цей показник до 2,60 т/га. А підживлення проведені Брасітрелом мало позитивний вплив на зростання врожайності до 2,65 т/га, незалежно від термінів сівби та способу обробки насіння.

Обробка насіння сої проведена перед посівом, висіяного в 1-й строк, сприяла підвищенню урожайності культури порівняно із методом без обробки насіння, зростання середнього показника на 0,28 т/га. Рослини культури, на яких не проводили підживлення, але насіння оброблялося перед сівбою, мали врожайність 2,36 т/га. Використання Рексоліну з метою обробки насіння та листкове підживлення призвело до підвищення урожайності до 2,81 т/га. Найбільшу врожайність 2,86 т/га було отримано при комплексному застосуванні препарату Рексоліну для обробки насіння культури перед посівом та Брасітрелу для підживлення позакореневого.

Найнижча врожайність була зафіксована на ділянках третього строку посіву у випадку без обробки насіння сої та підживлення, де вона становила 2,04 т/га.

Позакореневе підживлення Рексоліном збільшило врожайність до 2,31 т/га, а листкове обприскування Брасітрелом підвищило її до 2,69 т/га.

На ділянках 2-го строку сівби обробка насіння сої мікродобривами забезпечила врожайність на рівні 2,70 т/га, що на 0,25 т/га перевищувало показники варіантів у випадку без обробки насіння культури. Підживлення листків Рексоліном у поєднанні з попередньою обробкою насіння культури сприяло додатковому

приросту врожайності на 0,40 т/га. Поєднання обробки насіння Рексоліном із підживленням Брасітрелом забезпечила приріст врожайності ще на 0,05 т/га.

На посівах 3-ого строку сівби найнижчу врожайність, 1,95 т/га, було зафіксовано на ділянках без обробки насіння та підживлення листків культури.

Використання Рексоліну для листового обприскування збільшило врожайність до 2,35 т/га, а підживлення Брасітрелом сприяло підвищенню врожайності до 2,40 т/га.

Проведений аналіз продуктивності вирощування сої показав, що найвищий рівень врожайності показала досліджувана культура на ділянках, де проводилася передпосівна обробка насіння Рексоліном та позакореневе підживлення Брасітрелом: для другого строку сівби врожайність склала 3,06 т/га, для першого - 2,86 т/га, для третього - 2,69 т/га. Це на 0,75 т/га, 0,71 т/га і 0,66 т/га більше порівняно з контролем відповідно.

З метою забезпечення ефективного розвитку аграрного сектора України необхідно раціонально використовувати земельні ресурси та забезпечувати виробництво продукції високої якості за мінімальних затрат праці. Водночас сучасні технології вирощування даної культури мають відповідати вимогам конкурентоспроможності на ринку [17].

Оцінка ефективності агрозаходів за показником зміни врожайності культури або показників якості рослини є недостатньою, оскільки вона не враховує затрати на їх впровадження та окупність додаткових витрат. Саме тому важливим етапом будь-яких досліджень є проведення оцінки енергетичної та економічної ефективності вирощування культур у сільському господарстві.

Агрозахід, який сприяє підвищенню продуктивності культури, є ефективним лише за умови, що витрати на його реалізацію значно менші за вартість одержаної продукції додатково. Оцінка економічної ефективності вирощування сої залежить не лише від високопродуктивних сортів, але й від агротехнічних заходів, що дозволяють максимально реалізувати генетичний потенціал досліджуваної культури.

За умови відсутності внесення органічних добрив та зменшення кількості використання мінеральних добрив через їх високу вартість та недостатнє застосування сидератів змушує аграріїв шукати альтернативні джерела живлення. У умовах інтенсифікації землеробства особливо актуальним стає використання мікродобрив. Економічна оцінка їх застосування залежить від того на скільки ефективно вони впливають на фізіологічні процеси культур, ціни самих препаратів та ціни приросту врожаю, що отримується в результаті їх використання [43].

Нами проведено аналіз економічної ефективності вирощування культури соя, яки проводився за наступними показниками: як собівартість одиниці продукції, рівень прибутку із одного гектара, рівень рентабельності виробництва досліджуваної культури. Для оцінки економічних результатів були використані закупівельні ціни на насіння (11 000 грн/т) та ресурси 2023 року. Витрати на виробництво обчислювались за технологічними картами вирощування сої, з урахуванням специфіки різних варіантів досліду.

Результати розрахунків вказують, що значний вплив на величину витрат, собівартість, рентабельність виробництва насіння сої та прибуток, має використання мікродобрив, у залежності від різних строків висівання.

У 2023 році вітчизняними аграріями було розширено площу під вирощування культури сої, майже до двох млн. га, також було отримано вищу врожайність - 2,8 т/га. Найвищий показник врожайності сої був у аграріїв у Хмельницькій, Полтавській та Сумській області.

Так, у 2022 році ціни на насіння соєвих бобів, до кінця сезону сягнули меж 18500-21000 грн/т. Нині рівень пропозиції стабільно високий. Таким чином соя є не дороговартісною олійною культурою, оскільки середня вартість однієї тонни насіння становить приблизно 14900 грн з ПДВ.

Економічні витрати, пов'язані із вирощуванням сої можна розрахувати таким чином:

1. Витрати на оранку восени - ДТ 20л/га+з/пл 20 грн/га=425 грн/га

2. Боронування ґрунту весною (закриття вологи ) - ДТ 2л/га+ з/пл 20 грн/га=65 грн.га

- 3.Внесення міңдобрив - 100-150 кг/га+ ДТ+З/пл= 1510 грн/га
- 4.Проведення культивації - ДТ 6 л/га+з/пл=145 грн/га
- 5.Проведення культивації перед посівом культури - 5 л/га ДТ+з/пл=125 грн/га
- 6.Проведення посіву насіння сої - 130 кг/га+ДТ 5 л/га+з/пл=2075+протруєння насіння та іннокуляція 405 грн .
- 7.Боронування ґрунту або каткування - ДТ2 л/га + з/пл=65 грн/га
- 8.Обробка ґрунту гербіцидом - 2л\*10 дол.\*20 грн+ ДТ 1л+з/пл= 445 грн/га
- 9.Внесення страх. гербіциду - 445 грн/га
- 10.Обробка (проти шкідників) інсектицидом - 205 грн/га
- 11.Внесення підживлення і фунгіциду (карбомід+...). 205 грн/га

За даними Мінагро у 2023 р. Рівень економчних витрат, що впливають на собівартість вирощування сільськогосподарських культур значно зросла, що пояснюється збільшенням вартості палива та падінням цін закупки на олійні культури. Однак за підсумками року саме олійні можна назвати найрентабельнішими для всіх аграріїв. У 2023 р. в Україні соєю було засіяно - 1,8 млн га, а станом на грудень 2023 р. врожай олійних культур здійснено на площі приблизно 8 230 тис. га, в тому числі сої зібрано на площі 1 806 тис. га та намолочено майже 4 млн 800 тис. т при рівні врожайності культури 2,8 т/га.

## **ВИСНОВКИ**

У кваліфікаційній роботі здійснено теоретичні основи та практичні завдання щодо обґрунтування раціональних технологій вирощування культури соя в кліматичних умовах України. Це включає внесення багатокомпонентних мікродобрив на основі хелатнію для обробки насіння перед посівом та позакореневого підживлення рослини в залежності від різних строків висівання. На основі проведених досліджень нами запропоновано методи удосконалення та економічно обґрунтовані агрономічні заходи вирощування культури, за умови впровадження яких можна отримати значне підвищення продуктивності сої.

Позакореневе підживлення препаратом Брасітрел у період передпосівної обробки насіння рослини Рексоліном забезпечило найвищий рівень виживаності

рослин на ділянках другого та першого строків сівби - відповідно 92,5% і 91,6%. На дослідних ділянках вирощування культури спостігалася максимальна густина рослин станом на момент збирання урожаю - 540,0 та 525,0 тис./га. Отже, відсутність проведення підживлення сприяла зниженню рівня виживаності рослин на 2,9% порівняно з підживленими варіантами.

Досліджено, що тривалість вегетаційного періоду культури соя залежала від погодних умов протягом року та факторів, що бралися до уваги. Внесення багатокомпонентних мікродобрив з метою обробки насіння та обприскування листків мало позитивний вплив на подовження міжфазних періодів цвітіння рослини, формування бобів та наливання насіння, а також досягнення його повної стиглості. Це дозволило подовжити загальний вегетаційний період на 6-15 діб. Найдовший період вегетації (112 діб) був у рослини соя, висіяної у перший та другий строки з обробкою перед посівом насіння Рексоліном та позакореневим підживленням препаратом Рексоліном й Брасітрелом.

Нами зроблено аналіз динаміки росту та розвитку культури соя, зокрема висоту стебел, яка досягала максимального значення на фазі наливання насіння. Висота рослин варіювалася від 92,0 см до 110,0 см в залежності від факторів дослідження.

Передпосівна обробка насіння Рексоліном і позакореневе підживлення мікродобривом Брасітрел впродовж вегетації на посівах другого строку сівби сприяли оптимальним умовам для розвитку листової системи та формуванню максимального розміри листової маси, що досягала 42,3 тис. м<sup>2</sup>/га в фазі наливання насіння. Також ці заходи забезпечили максимальний фотосинтетичний потенціал, що становив 3,811 млн. м<sup>2</sup> днів/га протягом всього вегетаційного періоду.

Внесення багатокомпонентних мікродобрив на основі хелатнію з метою обробки насіння культури та її позакореневого підживлення на протязі всього вегетаційного періоду, сприяло збільшенню вмісту хлорофілів a+b (2,09-2,38 мг/г) та каротиноїдів (0,46-0,58 мг/г) у листі сої, незалежно від термінів її сівби.

Обробка насіння та позакореневе підживлення посівів мікродобривами сприяли змінам у структурі врожаю. Найвищі показники продуктивності були

отримані на ділянках 2-го строку висівання, де обробляли насіння бобів Рексоліним та проводили обприскування рослин Брасітрелом. У результаті сформувались максимальні значення: кількість бобів на культурі - 16,6 шт., кількість насіння у бобі - 1,97 шт., кількість насіння з однієї рослини - 32,5 шт., маса насіння - 6,02 г, маса 1000 насінин культури - 186,0 г.

Встановлено, що врожайність досліджуваної культури безпосередньо залежить від продуктивності рослин. Найвищу врожайність, що становила 3,06 т/га, отримано при сівбі в 2-й строк за умови комплексного внесення мікродобрив: Рексоліну для обробки перед посівом насіння сої та Брасітрелу при підживленні посівів у момент росту та розвитку рослин.

Отже, оцінка розрахунку економічної ефективності технології вирощування культури соя вказала, що при сівбі в 2-й строк, передпосівній обробці насіння рослини Рексоліном та позакореневому підживленні Брасітрелом, було отримано максимальний прибуток.

Ціни на соєві боби врожаю 2022 року, досягли меж 18300-21000 грн/т., середня вартість 1 тонни сої становить приблизно 14900 грн. враховуючи податок на додану вартість.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С., Манько К., Шелякін В., Бобров О. Удобрення сої: нові підходи. *Пропозиція*. 2016. № 4. С. 66-68.
2. Адаменко С.М., Костюшко І.П. Підживлення сої та соняшника. *Агроном*. 2015. № 2. С. 58-61.
3. Алексеви́ч М., Ваник М., Конончук А., Конончук О. Оптимізація фізіолого-біохімічних процесів у сої застосуванням регуляторів росту рослин та молібдену. Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації: Матеріали ІХ Всеукраїнської наукової конференції, 18-22 листопада 2013 р. Тернопіль. 2013. С. 224-227.
4. Аралов О.В. Особливості формування листкової поверхні та її вплив на продуктивність сухої речовини у сортів вики ярої в умовах правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2013. Вип. 75. С. 87-91.
5. Артеменко С. Три кроки до успішного вирощування сої. *Пропозиція*. 2017. № 5. С. 72-76.
6. Артеменко С.Ф. Вплив агротехнічних заходів та строків сівби за різних погодних умов на урожайність сої. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 40-45.
7. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.О. Стратегічна роль сої у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. *Корми і кормовиробництво*. 2011. № 69. С. 11-19.
8. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Світові та вітчизняні тенденції розміщення виробництва і використання сої для розв'язання проблеми білка. *Корми і кормовиробництво*. 2012. № 71. С. 12-25.
9. Бабич А.О., Кобак С.Я., Панасюк О.Я., Венедіктов О.М., Балан М.О. Теоретичне обґрунтування та шляхи оптимізації сортової технології вирощування сої в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. № 69. С. 113-121.
10. Бабич А.О., Серветник О.В. Ефективність застосування позакореневих підживлень сої. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових*