

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

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

До захисту допускається

Завідувач кафедри екології та ботаніки

_____ Вікторія СКЛЯР

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: «Екологізація елементів технології

вирощування сої»

Виконав

Одарченко В.В.

Група:

ЕКО 2301м ВН

Науковий керівник

Жатова Г.О.

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

Факультет агротехнологій та природокористування

Кафедра екології та ботаніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень – «Магістр»

Спеціальність – «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Зав. кафедрою _____ Скляр В.Г.

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентіві

Одарченку Віталію Васильовичу

1. Тема роботи: «Екологізація елементів технології вирощування сої»

Затверджено наказом по університету від “ ____ ” _____ 20 ____ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі _____

3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела, інтернет-джерела, інформація про підприємство, сорти сої та препарати для інокуляції.

4. Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:

- дослідити процеси росту й розвитку сої залежно від інокуляції;
- вивчити особливості вегетації рослин після передпосівної обробки насіння ;
- встановити вплив інокулянтів на врожайність та якість врожаю.

Керівник дипломної роботи _____ Жатова Г.О.

Завдання прийняв до виконання _____ Одарченко В.В.

Дата отримання завдання “ ____ ” _____ 20 ____ р.

АНОТАЦІЯ

Одарченко В.В. Екологізація елементів технології вирощування сої. Кваліфікаційна робота. Освітній ступінь – «Магістр». Спеціальність 101 «Екологія». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.

У представленому дослідженні проаналізовано попередній досвід використання біологічно-активних препаратів та вивчено вплив передпосівної обробки насіння сої біопрепаратами Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя на посівні якості насіння, ріст, розвиток та продуктивність рослин сортів Озборн і Аполло.

Встановлено, що застосування біопрепаратів підвищує енергію проростання та лабораторну схожість насіння на 4-16%, польову схожість - на 4-11%, виживаність рослин - на 1,6-7,0%. Обробка насіння прискорює проходження фенологічних фаз розвитку рослин на 2-4 дні.

Виявлено позитивний вплив інокуляції на біометричні показники та структуру врожаю сої. Застосування біопрепаратів забезпечило приріст урожайності сорту Озборн на 61,1-77,8%, сорту Аполло - на 35-65% порівняно з контролем.

Також відмічено позитивний вплив інокуляції на якісні показники насіння: підвищення вмісту білка на 1,3-2,1% та жиру на 0,6-1,4% в обох сортів. Результати досліджень свідчать про високу ефективність передпосівної обробки насіння сої біопрепаратами для підвищення її продуктивності та якості врожаю.

Аграрним підприємствам зони північно-східного Лісостепу України, як елемент технології вирощування сої, для підвищення врожайності та покращення його якості, а також забезпечення екологізації виробництва запропоновано використовувати інокуляцію насіння препаратами Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя.

Ключові слова: соя, інокуляція, Біоінокулянт БТУ, Біомаг Соя, ріст та оцвиток рослин, продуктивність, врожайність.

ABSTRACT

Odarchenko V. V. Ecology friendly elements of soybean technology. Qualification work. Educational degree - "Master". Specialty 101 "Ecology". Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

In this study, the previous experience of using biologically active preparations was analyzed and the effect of pre-sowing treatment of soybean seeds with biopreparations BTU Bioinoculant and Biomag Soya on seed quality, growth, development and productivity of plants of Osborn and Apollo varieties was studied.

It was established that the use of biological preparations increases the energy of germination and laboratory seed germination by 4-16%, field germination - by 4-11%, plant survival - by 1.6-7.0%. Seed treatment accelerates the passage of phenological phases of plant development by 2-4 days.

A positive effect of inoculation on biometric indicators and the structure of the soybean crop was revealed. The use of biological preparations ensured an increase in the yield of the Osborn variety by 61.1-77.8%, and the Apollo variety by 35-65% compared to the control.

An increase in protein content by 1.3-2.1% and fat by 0.6-1.4% in the seeds of both varieties was also noted. The research results indicate the high efficiency of pre-sowing treatment of soybean seeds with biological preparations to increase its productivity and crop quality.

Agricultural enterprises of the North-Eastern Forest-Steppe zone of Ukraine, as an element of soybean cultivation technology, in order to increase yield and improve its quality, as well as to ensure the greening of production, are offered to use seed inoculation with the preparations Bioinoculant BTU and Biomag Soya.

Key words: soybean, inoculation, BTU Bioinoculant, Biomag Soya, plant growth and development, varieties, productivity, yield.

3MICT

ВСТУП

Актуальність теми. В наш час зміни клімату та нестійкі природні умови постійно змушують сільськогосподарських виробників шукати шляхи підвищення врожайності основних продовольчих культур.

Соє є одним із важливих джерел білка та олії, що робить її незамінною як для харчової промисловості, так і для тваринництва. Крім того, ця культура має важливе агротехнічне значення, збагачуючи ґрунт азотом завдяки симбіотичній фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями.

Однак, інтенсифікація вирощування сої часто супроводжується негативними екологічними наслідками, такими як деградація ґрунтів, забруднення водою агрохімікатами та зменшення біорізноманіття агроландшафтів. У цьому контексті екологізація елементів технології вирощування сої стає не лише бажаною, але й необхідною умовою для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема магістерської роботи безпосередньо пов'язана з програмами курсів «Екологія» і «Агроекологія» та напрямком досліджень кафедри екології та ботаніки.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу інокуляції насіння сої на ріст і розвиток рослин, а також врожайність досліджуваної культури в умовах ТОВ «Агротон-С» Роменського району Сумської області.

Завдання досліджень:

- встановити вплив інокуляції насіння на лабораторну схожість та енергію проростання;
- дослідити вплив передпосівної обробки на польову схожість рослин сої та їх виживаність;
- дослідити особливості онтогенетичного розвитку в польових умовах;
- проаналізувати біометричну структуру рослин сої залежно від інокуляції;

- визначити врожайність сої залежно від інокуляції та визначити її поживну якість.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше встановлено, проаналізовано та систематизовано закономірності росту, розвитку та формування врожаю рослинами сої (залежно від інокуляції) в умовах ТОВ «Агротон-С» Роменського району Сумської області.

Практичне значення одержаних результатів. Експериментальний матеріал дає змогу оцінити вплив передпосівної інокуляції на кількісні та якісні показники розвитку рослин і врожаю сої та дає основу для подальших змін чи вдосконалення існуючої технології вирощування.

Особистий внесок здобувача полягає у вивченні наукових публікацій, проведенні польових досліджень, аналізі і теоретичному обґрунтуванні отриманих результатів, оцінці досліджуваних факторів, що вивчались та формуванні висновків і рекомендацій.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень доповідались на засіданнях наукових конференцій СНАУ.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг рукопису – **53** сторінки.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ:
КОМПЛЕКСНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ НА АГРОЕКОСИСТЕМИ ТА
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(Огляд літератури)

Соя (*Glycine max (L.) Merr.*) є однією з найважливіших зернобобових культур у світі, яка відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та сталого розвитку сільського господарства. В Україні ця культура набуває все більшого значення, зважаючи на її високу поживну цінність та економічну привабливість [4,14]. За даними Державної служби статистики України, посівні площі сої в країні за останні роки стабільно перевищують 1,5 млн га, що свідчить про її важливість для аграрного сектору [14, 20].

Соя є цінним джерелом білка та олії, що робить її незамінною як для харчової промисловості, так і для тваринництва. Крім того, ця культура має важливе агротехнічне значення, збагачуючи ґрунт азотом завдяки симбіотичній фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями [4,17,20].

Однак, інтенсифікація вирощування сої часто супроводжується негативними екологічними наслідками, такими як деградація ґрунтів, забруднення водойм агрохімікатами та зменшення біорізноманіття агроландшафтів. У цьому контексті екологізація елементів технології вирощування сої стає не лише бажаною, але й необхідною умовою для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору [22,23,29].

Екологізація передбачає впровадження методів та технологій, які мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище, зберігають та відновлюють природні ресурси, а також сприяють підвищенню якості продукції. Це включає оптимізацію сівозмін, впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту, раціональне використання добрив та засобів захисту рослин, а також застосування біологічних методів у вирощуванні культури [19,21,27].

Метою літературного огляду є аналіз сучасних підходів до екологізації елементів технології вирощування сої, оцінка їх ефективності та перспектив впровадження в умовах України. Особлива увага приділяється інноваційним методам, які дозволяють підвищити екологічну стійкість агроєкосистем при збереженні високої продуктивності культури.

1.1. Екологічні аспекти вирощування сої

Екологічні аспекти вирощування сої є ключовими для розуміння та впровадження сталих практик у сільському господарстві. Соя, як одна з найважливіших зернобобових культур, має значний вплив на агроєкосистеми, зокрема на ґрунт, водні ресурси, біорізноманіття та кліматичні процеси [4,14,20].

Вплив сої на ґрунт є багатограним і включає як позитивні, так і потенційно негативні аспекти. Ключовою перевагою вирощування сої є її здатність до симбіотичної азотфіксації завдяки взаємодії з бульбочковими бактеріями роду *Bradyrhizobium*. Цей процес дозволяє збагачувати ґрунт біологічним азотом, що є надзвичайно важливим для підтримки родючості та зменшення залежності від синтетичних азотних добрив [11,17,20].

Дослідження, проведені в Інституті сільського господарства Степу НААН, демонструють, що соя здатна фіксувати до 150-180 кг/га азоту протягом вегетаційного періоду, що суттєво покращує азотний баланс ґрунту. Однак важливо зазначити, що ефективність цього процесу залежить від багатьох факторів навколишнього середовища, включаючи рН ґрунту, вологість, температуру та наявність інших поживних речовин. Оптимізація цих параметрів є ключовим аспектом екологізації вирощування сої та вимагає комплексного підходу до управління агроєкосистемами [1,6,20].

Коренева система сої також відіграє важливу роль у покращенні структури ґрунту. Вона сприяє збільшенню пористості та водопроникності ґрунту, що позитивно впливає на його фізичні властивості. Проте, інтенсивне вирощування сої може призвести до виснаження ґрунту, особливо щодо таких елементів як

фосфор та калій. Це підкреслює необхідність впровадження збалансованих систем удобрення та сівозмін для підтримки довгострокової родючості ґрунтів. Дослідження, проведені в Національному університеті біоресурсів і природокористування України, показали, що впровадження науково обґрунтованих сівозмін з включенням сої може знизити ризик ерозії ґрунту на 15-20%, що є суттєвим фактором для збереження ґрунтового покриву, особливо в регіонах, схильних до ерозійних процесів [9,10,27].

Водокористування при вирощуванні сої є іншим важливим екологічним аспектом. Хоча соя вважається відносно посухостійкою культурою, для отримання високих врожаїв вона потребує значної кількості води. В умовах зміни клімату та зростаючого дефіциту водних ресурсів, оптимізація водокористування стає критично важливою. Впровадження ефективних систем іригації, таких як крапельне зрошення, може зменшити водоспоживання на 30-40% порівняно з традиційними методами. Це не лише сприяє збереженню водних ресурсів, але й зменшує ризик засолення ґрунтів та інших негативних наслідків надмірного зрошення [26,28,31].

Якість водних ресурсів також зазнає впливу від вирощування сої. Інтенсивне використання агрохімікатів, зокрема пестицидів та мінеральних добрив, може призвести до забруднення поверхневих та підземних вод. Дослідження, проведені в басейні річки Дніпро, показали, що впровадження інтегрованих систем захисту рослин може знизити вимивання пестицидів у водойми на 25-30%. Це підкреслює важливість розробки та впровадження екологічно безпечних методів захисту рослин та оптимізації використання агрохімікатів [3,18,24].

Вплив вирощування сої на біорізноманіття є складним та багатогранним питанням. З одного боку, монокультура сої може негативно впливати на різноманітність флори та фауни агроландшафтів [15,16,30]. З іншого боку, правильно організовані посіви сої можуть відігравати позитивну роль у підтримці екосистемних послуг.

Дослідження, проведені в Інституті захисту рослин НААН, показали, що диверсифікація агроландшафтів, включаючи впровадження сівозмін та створення екологічних коридорів, може збільшити чисельність корисних комах на 40-50%. Це не лише сприяє природному контролю шкідників, але й підтримує популяції запилювачів, які є критично важливими для багатьох сільськогосподарських культур [2,8,34].

Роль сої в контексті кліматичних змін також заслуговує на увагу. З одного боку, вирощування сої може сприяти секвестрації вуглецю в ґрунті, особливо при використанні технологій мінімальної обробки. Дослідження, проведені в ННЦ "Інститут землеробства НААН", показали, що впровадження no-till технології при вирощуванні сої може збільшити накопичення органічного вуглецю в ґрунті на 0,2-0,3% за 5 років, що є важливим внеском у пом'якшення наслідків зміни клімату [12,13,27]. З іншого боку, інтенсивне використання азотних добрив може призвести до збільшення емісії закису азоту – потужного парникового газу. Оптимізація азотного живлення та використання інгібіторів нітрифікації може знизити ці викиди на 20-25%, що підкреслює важливість комплексного підходу до управління поживними речовинами [18,29,33].

У підсумку, екологізація вирощування сої вимагає системного підходу, який враховує всі аспекти взаємодії культури з навколишнім середовищем. Впровадження науково обґрунтованих агротехнологій, оптимізація водокористування, збереження біорізноманіття та зменшення викидів парникових газів є ключовими напрямками для забезпечення сталого виробництва сої в Україні. Це не лише сприятиме збереженню навколишнього середовища, але й забезпечить довгострокову продуктивність та економічну ефективність вирощування цієї важливої культури [7,19,22].

Окрім вже згаданих аспектів, важливо розглянути вплив вирощування сої на мікробіологічну активність ґрунту. Дослідження, проведені в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН, показали, що соя сприяє збільшенню чисельності та різноманітності корисних мікроорганізмів у ґрунті [11,17,23]. Це пов'язано не лише з симбіотичними

відносинами з бульбочковими бактеріями, але й з виділенням корневих ексудатів, які стимулюють розвиток інших груп мікроорганізмів. Зокрема, було відзначено збільшення популяцій фосфатмобілізуючих та калійфіксуючих бактерій, що покращує доступність цих елементів для наступних культур у сівозміні.

Важливим аспектом екологізації вирощування сої є використання біологічних методів захисту рослин. Впровадження інтегрованих систем захисту, які поєднують біологічні та хімічні методи, дозволяє значно зменшити пестицидне навантаження на агроєкосистеми. Дослідження, проведені в Інституті захисту рослин НААН, демонструють ефективність використання ентомофагів та мікробіологічних препаратів для контролю основних шкідників та хвороб сої [2,34,42]. Зокрема, застосування трихограми проти совок та біопрепаратів на основі *Bacillus thuringiensis* проти листогризухих шкідників дозволяє знизити використання хімічних інсектицидів на 40-50%.

Екологізація технологій вирощування сої також передбачає оптимізацію систем обробітку ґрунту. Впровадження технологій мінімального та нульового обробітку (no-till) не лише сприяє збереженню структури ґрунту та накопиченню органічної речовини, але й зменшує викиди вуглекислого газу в атмосферу. Дослідження, проведені в ННЦ "Інститут землеробства НААН", показали, що перехід на no-till технологію при вирощуванні сої може зменшити витрати пального на 30-40% та знизити емісію CO₂ на 200-250 кг/га за сезон [13,27,36].

Важливим аспектом екологізації є також оптимізація системи удобрення сої. Надмірне використання мінеральних добрив, особливо азотних, може призвести до забруднення ґрунтових вод нітратами та посилення емісії закису азоту. Впровадження систем точного землеробства, які дозволяють диференційовано вносити добрива з урахуванням просторової неоднорідності полів, може знизити загальну кількість внесених добрив на 15-20% без зниження врожайності [12,32,37].

Значну роль у екологізації вирощування сої відіграє селекція. Створення сортів, стійких до основних хвороб та шкідників, дозволяє суттєво зменшити

використання пестицидів. Крім того, селекція на посухостійкість та ефективне використання поживних речовин сприяє зниженню потреби в зрошенні та добривах. Дослідження, проведені в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, демонструють успіхи у створенні сортів сої з підвищеною азотфіксуючою здатністю та стійкістю до абіотичних стресів [4,14,20].

Екологізація вирощування сої також тісно пов'язана з концепцією агролісомеліорації. Створення полезахисних лісосмуг не лише захищає посіви від вітрової ерозії, але й сприяє збереженню біорізноманіття, створюючи екологічні коридори для дикої фауни. Дослідження показують, що наявність лісосмуг може збільшити врожайність сої на 10-15% за рахунок покращення мікроклімату та зниження випаровування [29,30,38].

Важливим аспектом екологізації є також впровадження систем органічного землеробства при вирощуванні сої. Хоча перехід на органічне виробництво може супроводжуватися тимчасовим зниженням врожайності, в довгостроковій перспективі це сприяє відновленню природної родючості ґрунту, збереженню біорізноманіття та виробництву екологічно чистої продукції. Досвід українських господарств, які перейшли на органічне вирощування сої, показує можливість досягнення врожайності на рівні 70-80% від конвенційного виробництва при значно вищій економічній ефективності за рахунок преміальних цін на органічну продукцію [16,19,21].

Підсумовуючи, можна сказати, що екологізація вирощування сої є комплексним завданням, яке вимагає системного підходу та інтеграції різноманітних агротехнологічних, біологічних та організаційних заходів. Впровадження екологічно орієнтованих технологій не лише сприяє збереженню навколишнього середовища, але й забезпечує довгострокову стійкість та економічну ефективність виробництва сої в Україні [22].

1.2. Вплив вирощування сої на якість водних ресурсів

Вирощування сої має значний вплив на якість водних ресурсів, що є критичним аспектом екологічної стійкості сільськогосподарського виробництва. Цей вплив проявляється через кілька ключових механізмів, включаючи

використання агрохімікатів, ерозію ґрунту та зміни в гідрологічному режимі [3,24,31].

Використання агрохімікатів при вирощуванні сої є одним з основних факторів, що впливають на якість води. Пестициди та мінеральні добрива, які застосовуються для підвищення врожайності та захисту рослин, можуть потрапляти у водойми через поверхневий стік та вимивання. Дослідження, проведені в басейні річки Дніпро, показали, що концентрації нітратів та фосфатів у поверхневих водах часто перевищують гранично допустимі концентрації в районах інтенсивного вирощування сої [3,18,24]. Це може призводити до евтрофікації водойм, зниження біорізноманіття водних екосистем та погіршення якості питної води.

Проте, впровадження інтегрованих систем захисту рослин та оптимізація використання добрив можуть значно знизити ці негативні впливи. Дослідження, проведені Інститутом водних проблем і меліорації НААН, показали, що застосування крапельного зрошення в поєднанні з фертигацією (внесення добрив з поливною водою) дозволяє знизити вимивання нітратів на 30-40% порівняно з традиційними методами внесення добрив [26,28,31].

Ерозія ґрунту при вирощуванні сої також є значним фактором впливу на якість води. Інтенсивний обробіток ґрунту та відсутність рослинних залишків на поверхні поля можуть призводити до посиленого змиву ґрунту під час опадів або танення снігу. Це не лише призводить до втрати родючого шару ґрунту, але й спричиняє замулення водойм та забруднення води завислими частинками. Дослідження, проведені в Національному університеті водного господарства та природокористування, показали, що впровадження ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту при вирощуванні сої може знизити ерозійні втрати ґрунту на 60-70% [10,13,27].

Зміни в гідрологічному режимі, пов'язані з вирощуванням сої, також можуть мати значний вплив на якість води. Інтенсивне зрошення може призводити до підняття рівня ґрунтових вод, що в свою чергу може спричинити вторинне засолення ґрунтів та забруднення підземних вод. З іншого боку,

надмірне осушення земель для вирощування сої може призвести до деградації водно-болотних угідь та зниження їх здатності до природного очищення води. Дослідження, проведені в Інституті водних проблем і меліорації НААН, підкреслюють важливість збалансованого управління водними ресурсами при вирощуванні сої, включаючи оптимізацію режимів зрошення та дренажу [26,28,31].

Важливим аспектом впливу вирощування сої на якість води є також зміна біохімічних циклів у водних екосистемах. Збільшення надходження органічних речовин та біогенних елементів у водойми може призводити до змін у складі водних угруповань, зокрема до масового розвитку синьо-зелених водоростей. Дослідження, проведені в Інституті гідробіології НАН України, показали, що інтенсифікація вирощування сої в прибережних зонах може призводити до збільшення біомаси фітопланктону в 2-3 рази, що негативно впливає на якість води та біорізноманіття водних екосистем [3,16,24,31].

Для мінімізації негативного впливу вирощування сої на якість водних ресурсів необхідно впроваджувати комплекс заходів, включаючи:

- оптимізацію систем удобрення та захисту рослин, зокрема впровадження технологій точного землеробства для зменшення надходження агрохімікатів у водойми;
- впровадження ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту, таких як no-till або strip-till, для зменшення ерозії та поверхневого стоку;
- створення буферних зон вздовж водотоків для затримання поверхневого стоку та фільтрації забруднюючих речовин;
- оптимізацію режимів зрошення та дренажу для запобігання негативним змінам гідрологічного режиму;
- впровадження систем моніторингу якості води в районах інтенсивного вирощування сої для своєчасного виявлення та реагування на негативні зміни.

Таким чином, екологізація технологій вирощування сої повинна обов'язково враховувати аспекти збереження якості водних ресурсів. Це не лише

сприятиме збереженню водних екосистем, але й забезпечить довгострокову стійкість виробництва сої в Україні [21,22,23,29].

1.3. Біорізноманіття та екосистемні послуги

Вирощування сої має значний вплив на біорізноманіття та екосистемні послуги, що є критичними аспектами екологічної стійкості сільськогосподарського виробництва. Цей вплив проявляється на різних рівнях організації живої природи - від генетичного до ландшафтного [15,25,30].

На генетичному рівні, інтенсивне вирощування комерційних сортів сої може призводити до звуження генетичного різноманіття культури. Дослідження, проведені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, показали, що широке використання обмеженої кількості високопродуктивних сортів може призвести до втрати цінних генів стійкості до хвороб та шкідників, а також адаптації до місцевих умов [14,20,28]. Для збереження генетичного різноманіття сої важливо підтримувати колекції місцевих сортів та диких родичів, а також впроваджувати програми селекції з використанням широкого генетичного матеріалу [4].

На видовому рівні, вплив вирощування сої на біорізноманіття проявляється через зміну структури рослинних угруповань та тваринного світу. Монокультура сої може призводити до зниження різноманіття видів рослин на полях та прилеглих територіях [22,23,32]. Дослідження, проведені в Інституті агроекології і природокористування НААН, показали, що кількість видів дикорослих рослин на полях сої може бути на 40-50% нижчою порівняно з полями з диверсифікованими сівозмінами [9,29].

Щодо впливу на фауну, інтенсивне вирощування сої може мати як негативні, так і позитивні ефекти. З одного боку, використання пестицидів та знищення природних місць існування може призводити до зниження чисельності та різноманіття комах, птахів та дрібних ссавців [18]. З іншого боку, посіви сої можуть слугувати важливим джерелом корму для багатьох видів тварин [8,30].

Дослідження, проведені в Інституті зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, показали, що правильно організовані посіви сої можуть підтримувати значне різноманіття корисних комах-запилювачів та природних ворогів шкідників [2,32,34].

На екосистемному рівні, вирощування сої впливає на ключові екосистемні послуги, такі як регуляція клімату, кругообіг поживних речовин, формування ґрунту та запилення [22,25,29].

Соя, як бобова культура, відіграє важливу роль у фіксації атмосферного азоту, що покращує родючість ґрунту. Однак, інтенсивне вирощування може призводити до виснаження інших поживних речовин та деградації ґрунтової структури [5,10]. Дослідження, проведені в ННЦ "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського", показали, що впровадження науково обґрунтованих сівозмін з включенням сої може підвищити вміст органічної речовини в ґрунті на 0,2-0,3% за 5 років, що позитивно впливає на біорізноманіття ґрунтової біоти [9,27].

Важливим аспектом впливу вирощування сої на біорізноманіття є зміна ландшафтної структури. Розширення площ під соєю може призводити до фрагментації природних екосистем та порушення екологічних коридорів. Дослідження, проведені в Інституті агроєкології і природокористування НААН, показали, що збереження не менше 20% природних та напівприродних екосистем в агроландшафтах є критично важливим для підтримки біорізноманіття та екосистемних послуг [22,29].

Для мінімізації негативного впливу вирощування сої на біорізноманіття та посилення позитивних ефектів необхідно впроваджувати комплекс заходів, включаючи:

- диверсифікацію сівозмін та впровадження змішаних посівів для підвищення різноманіття на полях;
- створення екологічних коридорів та буферних зон між полями для підтримки біорізноманіття та екосистемних послуг;

- впровадження інтегрованих систем захисту рослин, що мінімізують використання пестицидів та підтримують популяції корисних комах;
- збереження та відновлення природних екосистем в агроландшафтах, включаючи лісосмуги, луки та водно-болотні угіддя;
- впровадження агролісомеліоративних заходів для створення мозаїчної структури ландшафту та підвищення його екологічної стійкості;
- підтримка програм збереження генетичного різноманіття сої, включаючи колекції місцевих сортів та диких родичів.

Таким чином, екологізація технологій вирощування сої повинна обов'язково враховувати аспекти збереження біорізноманіття та підтримки екосистемних послуг [22,23]. Це не лише сприятиме збереженню природних екосистем, але й забезпечить довгострокову стійкість та продуктивність агроекосистем [19,29].

Важливим аспектом впливу вирощування сої на біорізноманіття є її роль у підтримці популяцій запилювачів. Хоча соя є переважно самозапильною культурою, її квіти приваблюють різноманітних комах-запилювачів, включаючи бджіл, джмелів та метеликів. Дослідження, проведені в Інституті бджільництва ім. П.І. Прокоповича НААН, показали, що посіви сої можуть слугувати важливим джерелом нектару та пилку для медоносних бджіл, особливо в періоди, коли інші джерела корму обмежені [8]. Це підкреслює потенціал сої у підтримці екосистемних послуг запилення, які є критично важливими для сільського господарства та природних екосистем.

Однак, інтенсивне використання пестицидів при вирощуванні сої може негативно впливати на популяції запилювачів. Зокрема, неонікотиноїдні інсектициди, які часто використовуються для обробки насіння сої, були пов'язані зі зниженням чисельності та різноманіття диких бджіл. Дослідження, проведені в Національному університеті біоресурсів і природокористування України, показали, що впровадження інтегрованих систем захисту рослин та обмеження використання найбільш токсичних пестицидів може сприяти збереженню популяцій запилювачів на полях сої [18,34].

Ще одним важливим аспектом є вплив вирощування сої на ґрунтову біоту. Інтенсивний обробіток ґрунту та використання агрохімікатів можуть негативно впливати на різноманіття та активність ґрунтових мікроорганізмів, безхребетних та дрібних ссавців. З іншого боку, впровадження технологій мінімального обробітку ґрунту та використання органічних добрив може сприяти збільшенню біорізноманіття ґрунтової екосистеми. Дослідження, проведені в Інституті агроєкології і природокористування НААН, показали, що перехід на no-till технологію при вирощуванні сої може збільшити біомасу та різноманіття ґрунтових мікроорганізмів на 20-30% протягом 3-5 років [13,27].

Важливо також розглянути вплив вирощування сої на водні екосистеми. Інтенсивне використання добрив та пестицидів може призводити до забруднення поверхневих та підземних вод, що негативно впливає на водну біоту. Дослідження, проведені в Інституті гідробіології НАН України, показали, що впровадження буферних зон вздовж водотоків та оптимізація систем удобрення можуть значно знизити надходження забруднюючих речовин у водні екосистеми та сприяти збереженню їх біорізноманіття [3,24,31].

Генетично модифікована (ГМ) соя, яка стійка до гербіцидів, також викликає занепокоєння щодо її впливу на біорізноманіття. Хоча в Україні вирощування ГМ-сої офіційно заборонено, важливо враховувати потенційні ризики, пов'язані з її можливим неконтрольованим поширенням. Дослідження, проведені в інших країнах, показують, що вирощування ГМ-сої може призводити до зниження різноманіття бур'янів та пов'язаних з ними комах, що може негативно впливати на харчові ланцюги в агроєкосистемах [14,20].

Для покращення впливу вирощування сої на біорізноманіття та екосистемні послуги, крім вже згаданих заходів, можна рекомендувати такі заходи.

- Впровадження систем агролісівництва, де соя вирощується в комбінації з деревними насадженнями, що створює більш складну структуру місць існування для різних видів.

- Використання покривних культур у сівозміні з соєю для підтримки ґрунтового біорізноманіття та зменшення ерозії.
- Створення "острівців біорізноманіття" на полях - невеликих ділянок з дикорослою рослинністю, які служать притулком для корисних комах та інших видів.
- Впровадження систем моніторингу біорізноманіття на полях сої для оцінки впливу різних агротехнологій та своєчасного реагування на негативні зміни.

Таким чином, екологізація вирощування сої вимагає комплексного підходу, який враховує не лише агрономічні аспекти, але й широкий спектр екологічних взаємодій. Впровадження таких підходів дозволить не лише зберегти біорізноманіття, але й підвищити стійкість та продуктивність агроecosystem в довгостроковій перспективі[19,23,29].

1.4. Інноваційні підходи до екологізації технології вирощування сої

Сучасні дослідження пропонують ряд інноваційних підходів до екологізації вирощування сої, які спрямовані на підвищення стійкості агроecosystem та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище [12,19].

Одним з перспективних напрямків є використання біостимуляторів та мікробних препаратів. Дослідження показують, що застосування ризобіальних інокулянтів у поєднанні з фосфат-мобілізуючими бактеріями може значно підвищити ефективність симбіотичної азотфіксації та засвоєння фосфору, що дозволяє знизити використання синтетичних добрив [11,17,32]. Зокрема, застосування штамів *Bradyrhizobium japonicum* у комбінації з *Bacillus subtilis* показало збільшення врожайності сої на 15-20% при одночасному зниженні потреби в азотних добривах на 30-40% [1,6,20].

Інтеграція технологій точного землеробства у вирощування сої також відкриває нові можливості для екологізації [33,37]. Використання систем GPS, дронів та сенсорів для моніторингу стану посівів дозволяє оптимізувати внесення добрив та засобів захисту рослин відповідно до реальних потреб

культури на різних ділянках поля. Це не лише підвищує ефективність використання ресурсів, але й знижує ризик забруднення навколишнього середовища [18]. Дослідження показують, що впровадження технологій змінного внесення добрив може знизити їх загальне використання на 20-30% без зниження врожайності [12,32,37].

Розробка та впровадження стійких сортів сої є ще одним важливим напрямком екологізації. Сучасні методи селекції, включаючи маркер-асоційовану селекцію та геномне редагування, дозволяють створювати сорти з підвищеною стійкістю до хвороб, шкідників та абіотичних стресів [25,28]. Це дозволяє знизити використання пестицидів та підвищити адаптивність культури до змін клімату [20,25]. Наприклад, розробка сортів сої з підвищеною посухостійкістю може знизити потребу в зрошенні на 20-25% в регіонах з обмеженими водними ресурсами [26,28,31].

Інноваційні системи обробітку ґрунту, такі як strip-till (смуговий обробіток), також демонструють значний потенціал для екологізації вирощування сої. Ця технологія поєднує переваги традиційного та нульового обробітку, дозволяючи знизити ерозію ґрунту на 70-80% порівняно з традиційною оранкою, при цьому забезпечуючи кращі умови для розвитку кореневої системи сої [36,43]. Крім того, strip-till сприяє збереженню ґрунтової вологи та підвищенню активності ґрунтової мікрофлори [13,27].

Використання біопестицидів та біофунгіцидів є ще одним перспективним напрямком екологізації захисту сої від шкідників та хвороб. Препарати на основі *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana* та *Trichoderma spp.* показують високу ефективність у боротьбі з основними шкідниками та патогенами сої, при цьому мають мінімальний вплив на корисну ентомофауну та навколишнє середовище [34,42]. Дослідження демонструють, що інтеграція біологічних методів захисту може знизити використання хімічних пестицидів на 40-50% без значного зниження врожайності [2,18,34].

Впровадження систем агролісівництва, де соя вирощується в комбінації з деревними насадженнями, також показує обнадійливі результати з точки зору

екологізації [40]. Такі системи не лише підвищують біорізноманіття агроландшафтів, але й сприяють покращенню мікроклімату, зниженню ерозії ґрунту та підвищенню ефективності використання ресурсів [29,30,38]. Дослідження показують, що агролісові системи можуть збільшити загальну продуктивність землі на 40-60% порівняно з монокультурою сої [38,40].

Використання супутникового моніторингу та технологій машинного навчання для прогнозування врожайності та оптимізації управління посівами сої також відкриває нові можливості для екологізації. Ці технології дозволяють більш точно планувати агротехнічні заходи, знижуючи ризики перевитрат ресурсів та мінімізуючи негативний вплив на навколишнє середовище [12,33,37]. Таким чином, інноваційні підходи до екологізації технології вирощування сої пропонують широкий спектр можливостей для підвищення стійкості та екологічної безпеки виробництва цієї важливої культури.

Інтеграція покривних культур у системи вирощування сої є ще одним перспективним напрямком екологізації. Використання покривних культур, таких як жито, вика або конюшина, між основними посівами сої може значно покращити структуру ґрунту, збільшити вміст органічної речовини та знизити ерозію. Дослідження показують, що включення покривних культур у сівозміну з соєю може збільшити секвестрацію вуглецю в ґрунті на 30-40% порівняно з традиційними системами без покривних культур [9,27,36].

Розробка та впровадження біодеградабельних плівок для мульчування є інноваційним підходом, який може значно знизити використання пластику в сільському господарстві [41]. Ці плівки, виготовлені з органічних матеріалів, таких як крохмаль або полілактична кислота, забезпечують ті ж переваги, що й традиційні пластикові мульчі, але розкладаються в ґрунті без шкоди для навколишнього середовища. Застосування таких плівок при вирощуванні сої може зменшити випаровування води на 30-40% та знизити зростання бур'янів на 70-80%, одночасно уникаючи забруднення ґрунту мікропластиком [26,41].

Використання дронів для моніторингу посівів та точкового внесення засобів захисту рослин є ще одним інноваційним підходом до екологізації

вирощування сої. Ця технологія дозволяє виявляти проблемні ділянки на ранніх стадіях та застосовувати пестициди лише там, де це необхідно, що може знизити загальне використання хімікатів на 50-60% [18,33,39].

Впровадження систем вертикального землеробства для вирощування сої, хоча й знаходиться на експериментальній стадії, показує перспективні результати з точки зору ефективності використання ресурсів та зменшення впливу на навколишнє середовище. Такі системи можуть збільшити врожайність на одиницю площі в 4-5 разів порівняно з традиційним вирощуванням, одночасно знижуючи використання води на 70-80% [35].

Розробка та впровадження сортів сої з підвищеною ефективністю використання фосфору є важливим напрямком для зниження залежності від фосфорних добрив. Дослідження показують, що такі сорти можуть забезпечити ту ж врожайність при зниженні внесення фосфорних добрив на 30-40%, що має значні екологічні переваги, враховуючи обмеженість світових запасів фосфору [5,20,32]. Використання біочару (біовугілля) як ґрунтової добавки при вирощуванні сої показує значний потенціал для покращення якості ґрунту та секвестрації вуглецю. Внесення біочару може збільшити водоутримуючу здатність ґрунту на 15-25%, підвищити ефективність використання добрив на 10-20% та сприяти довгостроковому зберіганню вуглецю в ґрунті [5,10,27].

Ці інноваційні підходи демонструють широкий спектр можливостей для екологізації технології вирощування сої. Їх інтеграція в комплексні системи управління агроecosистемами може значно підвищити стійкість та екологічну безпеку виробництва сої, одночасно сприяючи збереженню природних ресурсів та біорізноманіття [29,30,44].

Висновки до розділу 1

Аналіз сучасних підходів до екологізації вирощування сої демонструє значний прогрес у розробці та впровадженні інноваційних технологій, спрямованих на мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище при збереженні високої продуктивності культури.

Комплексне дослідження впливу вирощування сої на різні компоненти агроecosистем виявило ряд ключових проблем, включаючи ерозію ґрунтів, забруднення водних ресурсів агрохімікатами та зниження біорізноманіття. Водночас, впровадження екологічно орієнтованих практик, таких як оптимізація сівозмін, використання ґрунтозахисних технологій обробітку та інтегрованих систем захисту рослин, демонструє значний потенціал для пом'якшення цих негативних впливів.

Інноваційні підходи, включаючи використання біостимуляторів та мікробних препаратів, технологій точного землеробства, створення стійких сортів та впровадження систем агролісівництва, відкривають нові можливості для підвищення екологічної стійкості виробництва сої. Особливо перспективними виглядають методи, що поєднують досягнення в галузі біотехнології, інформаційних технологій та агроecології.

Важливо відзначити, що ефективна екологізація вирощування сої вимагає системного підходу, який враховує весь комплекс взаємодій у агроecosистемах. Інтеграція різноманітних екологічно орієнтованих практик та технологій дозволяє не лише знизити негативний вплив на навколишнє середовище, але й підвищити загальну стійкість та продуктивність агроecosистем.

Подальші дослідження та впровадження інноваційних підходів до екологізації вирощування сої мають критичне значення для досягнення цілей сталого розвитку в сільському господарстві. Це вимагає тісної співпраці між науковцями, аграріями та розробниками політики для забезпечення ефективного трансферу технологій та їх адаптації до конкретних агроecологічних умов.

РОЗДІЛ 2.

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Землі господарства ТОВ «Агротон-С» характеризуються хвилястим рівнинним рельєфом та помірно-континентальним кліматом. Основне джерело поповнення ґрунтової вологи - атмосферні опади, переважно у рідкому стані. За теплий період (квітень-листопад) випадає 71% річної кількості опадів. Решта припадає на період з листопада по березень. Сніговий покрив забезпечує відносно незначне поповнення вологи через інтенсивний поверхневий стік при таненні.

Середня відносна вологість повітря протягом вегетаційного періоду становить 69%, досягаючи мінімуму (55-58%) у травні-червні та максимуму (75%) у вересні. Повітряні посухи в регіоні трапляються рідко.

Кліматичні характеристики регіону такі.

- 1) Тривалість періоду зі стійким сніговим покривом: 95-105 днів.
- 2) Періоди з температурою вище +5°C, +10°C, +15°C: 195-200, 155-160, 110-115 днів відповідно.
- 3) Середня тривалість безморозного періоду: 150-170 днів.
- 4) Середні дати припинення весняних заморозків: 23-30 квітня.
- 5) Середні дати настання осінніх заморозків: 2-8 жовтня.

Детальні дані щодо температурного режиму та режиму опадів в зоні розташування господарства представлені в таблиці 3.

Ґрунтовий покрив орних земель господарства переважно складається з чорноземів типових глибоких малогумусних, чорноземів типових вилужених глибоких малогумусних важкосуглинистих та чорноземів типових глибоких малогумусних слабозмитих середньосуглинистих. На природних кормових угіддях домінують лугово-болотні слабосолонцеві содово-слабосолончаків важкосуглинисті і лучно-болотні слабосолонцеві содово-слабосолончаків

середньосуглинисті ґрунти. Середній вміст гумусу в орних землях становить 4,19%.

Таблиця 3

Температурний режим та режим опадів в зоні розташування господарства

Місяці	Температура, °С			Опади, мм		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Січень	-5	-6	-5,5	39	35	37
Лютий	-5	-6	-5,5	34	36	35
Березень	-2	-1	-1,5	39	38	38,5
Квітень	7	6	6,5	49	50	49,5
Травень	14	15	14,5	54	57	55,5
Червень	18	17	17,5	64	66	65
Липень	19	19	19	66	64	65
Серпень	18	19	18,5	47	46	46,5
Вересень	14	14	14	45	44	44,5
Жовтень	7	8	7,5	50	48	49
Листопад	1	3	2	51	52	51,5
Грудень	-4	-2	-3	43	42	42,5

Характерні особливості цих ґрунтів включають потужний гумусовий профіль (до 120-130 см) з поступовим зменшенням вмісту гумусу вглиб. Колоїдний комплекс насичений іонами кальцію і магнію, реакція ґрунтового розчину нейтральна або близька до неї (рН 6,0-7,2). У верхньому шарі малогумусних чорноземів міститься 3,5-5,5% гумусу.

Ці високородючі ґрунти придатні для вирощування всіх сільськогосподарських культур і плодово-ягідних насаджень, рекомендованих для зони східного Лісостепу. Їх бонітет варіює від 60 до 72 балів.

2.2. Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт досліджень - вплив передпосівної інокуляції на лабораторну схожість, перебіг онтогенетичних процесів, врожай та його якість у досліджуваних сортів під впливом інокулянтів.

Предмет досліджень – сорти сої Озборн і Аполло, бактеріальні препарати, елементи технології вирощування

Матеріалом дослідження були сорти сої Озборн та Аполло.

Озборн - сорт невибагливий до умов вирощування, типу і кислотності ґрунту, тому найкраще підходить невеликим фермерам, у яких немає можливості змінити поле під потрібну культуру. Озборн можна сіяти у будь-якій кліматичній зоні України. Рослини мають невелику висоту до 100 см, що гарантує стійкість до вилягання і зручне комбайнування посіву. Даний сорт здатний реалізувати врожайність в 40-45 ц/га за допомогою правильного мінерального живлення і застосування інокулянтів. Рекомендована норма висіву сорту Озборн 130-140 кг/га, при кількості 600-700 тис рослин. Міжряддя можна варіювати від 12,5 до 25 см.

Аполло - сорт відноситься до ранніх сортів сої з періодом вегетації до 87 днів. Цей сорт невибагливий до температурних режимів, завдяки високій холодостійкості та посухостійкості. Можна вирощувати як за звичайною технологією, так і no-till. Перевагою сорту є толерантність до гербіцидів-аналогів Раундапу. Висота рослин – 75-110 см, висота кріплення нижнього боба 14-16 см, біологічний потенціал урожайності – 5 т/га, маса 1000 насінин – 130-160 г.

Для інокуляції насіння використовували такі препарати.

Біоінокулянт-БТУ - фіксує атмосферний азот (в умовах симбіозу з бобовими культурами) та перетворює його в форму, доступну для засвоєння рослинами; інтенсифікує процеси бульбочкоутворення; забезпечує рослини

рістстимулюючими речовинами; збільшує вміст протеїну; підвищує врожайність; покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту. Призначений для інокуляції насіння гороху та інших бобових культур.

Особливості застосування:

- обробку насіння проводять обприскуванням робочим розчином біопрепарату в день сівби;
- оброблене насіння висівають одразу або просушують в затіненому місці до сипучого стану;
- для обробки насіння використовують будь-яке стандартне обладнання;
- обробку насіння проводять у затінку, уникаючи дії прямих сонячних променів;
- внесення в рядок проводять робочим розчином біопрепарату під час сівби;
- мінімальна температура застосування біопрепарату 10 °С, максимальна – не вище 30 °С.

Особливості застосування з протруйниками:

- одночасно з обробкою насіння Біоінокулянт-БТУ-р можна використовувати малотоксичні протруйники, дозволені до застосування для бобових культур;
- Біоінокулянт-БТУ можна застосовувати з іншими біопрепаратами, біоприлиплювачами та мікроелементами;
- сильнодіючими протруйниками насіння дозволяється обробляти за 5-7 днів до інокуляції в інтегрованому землеробстві. В такому випадку норму біоінокулянту збільшують на 30-50%.

БіоМаг Соя - це інокулянт, що складається з культури живих азотфіксуючих бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* штаму LZ 21 та LZ18-ГМ та продуктів їх метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни). Це двокомпонентний препарат, що складається з інокулянту та екстендера. Препарат зберігають за t° від +2°С до +6°С в сухому, захищеному від прямих сонячних променів місці.

Переваги використання препарату:

- поліштамовий препарат здатний утворювати симбіоз із більшістю вітчизняних та зарубіжних сортів сої;
- можливість використання для завчасної інокуляції сої за 15 діб до висіву;
- забезпечує швидке та стабільне формування корневих бульбочок, що підвищує рівень забезпечення рослин азотом;
- стимулює розвиток рослин та підвищує активність фотосинтетичних процесів;
- поліпшує якість вирощеної продукції та збільшує вміст білків в зерні;
- підвищує урожайність сої на 5-30%.

Особливості застосування:

- використовується для передпосівної інокуляції насіння сої шляхом механізованої (за допомогою машин для протруювання насіння типу ПС-10 чи мішалки), або ручної обробки посівного матеріалу. Бактеризацію насіння проводити не раніше, ніж за 15 діб до сівби. При використанні в суміші з рекомендованими протруйниками оброблене насіння висіяти відразу або не пізніше, ніж за 3 доби.
- оброблене препаратом насіння має бути захищеним від попадання прямого сонячного проміння та температури вище +20°C для збереження життєздатності бактерій до моменту висівання у підготовлений ґрунт.

Сумісність препарату:

- рекомендується застосовувати з біологічними фунгіцидами ФітоДоктор, Viridin (Триходермін), Гаубсин FORTE;
- сумісний з інсектицидами та протестований з хімічними засобами «Февер», «Максим XL», «Вітавакс-200 ФФ»;
- використовувати лише у ретельно вимитих від хімічних компонентів агрегатах;

- використання інших хімічних фунгіцидів може вплинути на роботу інокулянту, тому за детальними рекомендаціями рекомендовано звертатися до виробника;
- проявляє синергійну дію з препаратами Біофосфорин, Урожай Старт.

РОЗДІЛ 3.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення експерименту було обрано метод систематичного розміщення варіантів. Цей підхід передбачає розташування варіантів досліду в кожному повторенні за певною визначеною системою.

Найпростішим варіантом такого розміщення є послідовне розташування варіантів в один ряд. У даному досліді варіанти на ділянках усіх повторень розміщували у визначеній послідовності, керуючись переважно організаційно-

технічними міркуваннями. Це забезпечило зручність проведення агротехнічних операцій, включаючи обробіток ґрунту, сівбу, догляд за посівами, проведення необхідних досліджень та збирання врожаю.

Систематичний метод розміщення варіантів по ділянкам польового дослідження показаний на рисунку 3.1.



Рис. 2.1 Систематичне розміщення варіантів у досліді

Дослідження проводилося на ділянці площею 288 м², включаючи три варіанти обробки насіння: контроль (без обробки), Біомаг СОЯ та Біоінокулянт-БТУ. Використовувалися сорти сої Озборн і Аполло. Облікова ділянка становила 12 м² з чотириразовою повторністю. Густина посіву – 6-7 рослин на погонний метр, міжряддя - 20 см, глибина посіву - 4 см. Добрива не застосовувалися.

Обробку насіння проводили за 2-3 дні до посіву згідно методики Інституту сільськогосподарської мікробіології УААН та рекомендацій виробників препаратів. Енергію проростання та схожість визначали відповідно до ДСТУ 4138-2002 на 4-ту та 10-ту добу. Лабораторні дослідження проводили в чашках Петрі при 20°C, з 4-разовою повторністю по 50 насінин.

Аналіз схожості важливий для оцінки якості насіння та порівняння партій. Лабораторні методи забезпечують контрольовані умови для швидкого та повного проростання. Схожість виражається у відсотках нормально пророслого насіння і є ключовим показником якості. Енергія проростання - це відсоток насіння, що проросло за 3-4 дні.

Для визначення схожості відбирають чотири проби по 50 насінин. Використовують різні субстрати: пісок, фільтрувальний папір. Посуд для пророщування (ростильні, чашки Петрі тощо) дезінфікують спиртом, розчином марганцівки або термічною обробкою при 130°C протягом години чи

кип'ятінням (40 хвилин). Технічні умови визначення якості насіння наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Технічні умови визначення якості насіння сої

Назва культури	Ложе для пророщування	Температура для пророщування, °С	Строк для визначення, діб	
			Енергія проростання	Схожість
Соя	вП, нФ, нП	20, 25, 20-30	4	10

Фільтрувальний папір як субстрат використовують за двома варіантами: «на папері» (нП) та «в папері» (вП).

При пророщуванні насіння важливо підтримувати оптимальну температуру та вологість субстрату, уникаючи як пересихання, так і перезволоження. Насінина вважається пророслою, коли довжина основного корінця дорівнює або перевищує довжину самої насінини.

Енергію проростання визначають одночасно з лабораторною схожістю, але з раннім підрахунком (на 3-5 добу). При оцінці схожості насіння класифікують на категорії: нормально пророслі, аномально пророслі, набряклі та гnilі. Нормально пророслим вважається насіння з добре розвиненими органами (корінець, епикотиль або гіпокотиль, проросток) без пошкоджень чи ознак загнивання.

При проведенні підрахунків враховують відхилення від середнього значення схожості для забезпечення точності результатів. Дані показники наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Допустимі відхилення повторень від середнього при визначенні схожості, %

Середнє значення схожості, %	Допустиме відхилення повторень (%) від середнього
99	± 2
97-98	± 3

95-96	± 4
92-94	± 5
88-91	± 6
83-87	± 7

Насіння пророщують в умовах, передбачених обов'язковим додатком до ДСТУ 4138-2002. В термостаті необхідно підтримувати визначену температуру, перевіряючи її три рази на день – уранці, посеред дня і ввечері. Вона не повинна коливатися більше, ніж на 2 градуси (плюс-мінус).

Впродовж вегетації проводились фенологічні спостереження та морфометричний аналіз рослин.

Продуктивність оцінювали за масою 1000 насінин, масою насіння з однієї рослини, загальною продуктивністю та урожайністю з гектара.

Морфометричний метод має певні перспективи у біологічних дослідженнях, а саме:

- 1) дає кількісну оцінку морфологічному статусу, росту і продуктивним процесам у рослин;
- 2) дозволяє оцінити взаємозв'язок окремих параметрів морфоструктури рослин і на цій основі характеризувати рівень цілісності особин;
- 3) дає інформацію для наступного виявлення ключових, індикаторних морфологічних параметрів, на основі яких можлива комплексна оцінка та діагностування життєвого стану особин рослин;
- 4) виявляє пороги нормальної реакції рослин і дозволяє встановити рівень мінливості та пластичності морфоструктур при дії на них екологічних та фітоценотичних стресів;
- 5) дозволяє об'єктивно визначати приналежність видів до тих чи інших стратегій життя [13].

Обробку експериментальних даних проводили за допомогою комп'ютерного пакета Statistica методом дисперсійного аналізу.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив передпосівної обробки насіння на його схожість

Якість насіння є ключовим фактором успішного вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої. Це комплексне поняття, яке охоплює ряд важливих характеристик, що визначають здатність насіння до проростання та формування здорових, продуктивних рослин. Серед основних показників якості насіння виділяють такі:

- енергію проростання - показник, що відображає швидкість та дружність проростання насіння.
- лабораторну схожість - відсоток насінин, здатних утворити нормальні проростки за оптимальних умов.
- масу 1000 насінин - характеристика, що вказує на виповненість та крупність насіння.
- чистоту - відсутність домішок інших культур, бур'янів та сміття.
- відсутність ураження шкідниками та хворобами.
- вологість - оптимальний вміст вологи для зберігання та проростання.

Ці показники не лише визначають придатність насіння до сівби, але й мають безпосередній вплив на подальший ріст, розвиток рослин та, в кінцевому підсумку, на врожайність культури. Високоякісне насіння забезпечує швидкі й рівномірні сходи, формування розвиненої кореневої системи та надземної частини рослин, підвищує стійкість до несприятливих факторів середовища та різноманітних патогенів.

В Україні якість посівного матеріалу регламентується державними стандартами, зокрема ДСТУ 4138-2002 та ДСТУ 2240-93. Ці нормативні документи встановлюють методики визначення посівних якостей насіння та критерії їх оцінки. Особлива увага приділяється таким параметрам, як енергія проростання та лабораторна схожість як ключовим показникам життєздатності насіння.

Сучасні дослідження в галузі агротехнології демонструють значний потенціал та високу ефективність використання бактеріальних препаратів для поліпшення якості насіння. При проведенні лабораторних випробувань на визначення енергії проростання та схожості насіння сої, обробленого біопрепаратами, ми спостерігали помітний позитивний ефект.

Бактеріальні препарати, такі як Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя, містять корисні мікроорганізми, що вступають у симбіотичні відносини з рослиною вже на ранніх етапах її розвитку. Ці мікроорганізми сприяють:

- Активізації процесів проростання насіння.
- Покращенню доступності поживних речовин для молодих проростків.
- Стимуляції розвитку кореневої системи.
- Підвищенню стійкості до патогенних мікроорганізмів.
- Оптимізації водного балансу проростаючого насіння.

В результаті застосування біопрепаратів спостерігається:

- Збільшення енергії проростання, що забезпечує більш швидке та одночасне появлення сходів.
- Підвищення лабораторної схожості, що вказує на збільшення відсотка життєздатного насіння.
- Формування більш потужних і здорових проростків.
- Покращення адаптивності молодих рослин до умов навколишнього середовища.

Таким чином, використання бактеріальних препаратів для обробки насіння сої може розглядатися як ефективний метод підвищення його якості. Це не лише покращує початкові показники проростання, але й закладає основу для формування високопродуктивних посівів з підвищеною стійкістю до стресових факторів.

Застосування біологічних методів поліпшення якості насіння не лише підвищує ефективність технології вирощування, але й відповідає принципам

екологічного землеробства та рослинництва, сприяючи збереженню родючості ґрунтів та зниженню хімічного тиску на агроєкосистеми.

Важливо відзначити, що ефективність біопрепаратів може варіюватися залежно від сорту сої, умов вирощування та конкретного складу препарату.

Тому для досягнення максимального ефекту рекомендується проводити попередні випробування та підбирати оптимальні комбінації біопрепаратів для конкретних умов господарства. Результати досліджень впливу біопрепаратів Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя на якість насіння сої сортів Озборн та Аполло демонструють значний позитивний ефект. (табл.4.1.)

Таблиця 4.1

Вплив обробки бактеріальними препаратами на енергію проростання та лабораторну схожість насіння сої

Варіант	Енергія проростання, %	Відхилення від контролю, %	Лабораторна схожість, %	Відхилення від контролю, %
Озборн				
Контроль	85	-	92	-
Біоінокулянт БТУ	92	7	97	5
Біомаг Соя	93	8	96	4
НІР ₀₀₅	1,2		2,3	
Аполло				
Контроль	76	-	85	-
Біоінокулянт БТУ	89	13	98	13
Біомаг Соя	92	16	98	13
НІР ₀₀₅	1,8		2,8	

Ці дані підкреслюють потенціал використання біологічних інокулянтів для підвищення посівних характеристик насіння.

Для сорту Озборн спостерігалось суттєве покращення показників: енергія проростання збільшилась на 7% при обробці Біоінокулянтом БТУ та на 8% при застосуванні Біомагу Соя; лабораторна схожість зросла на 5% та 4% відповідно.

Сорт Аполло продемонстрував ще більш виражену позитивну реакцію на обробку біопрепаратами: енергія проростання зросла на 13% при використанні Біоінокулянту БТУ та на 16% - Біомагу Соя. Лабораторна схожість у цього сорту збільшилась на 13% в варіантах з використанням препаратів.

Ці результати вказують на значний потенціал біологічних препаратів у підвищенні якості насіннєвого матеріалу сої. Покращення енергії проростання та лабораторної схожості може мати суттєвий вплив на подальший розвиток рослин та формування ними врожаю.

Важливо відзначити, що хоча лабораторна схожість часто розглядається як індикатор польової схожості, між цими показниками існує певна розбіжність. Науковці встановили, що у 90% випадків польова схожість нижча за лабораторну. Це пояснюється комплексом факторів, які відрізняють польові умови від контрольованого лабораторного середовища, а саме: варіації рівня рН ґрунту; нерівномірність зволоження; різноманітність та активність ґрунтової мікрофлори; коливання концентрації солей; неоднорідність розподілу макро- і мікроелементів; фізичні властивості ґрунту (щільність, структура); температурні коливання; наявність патогенних мікроорганізмів; конкуренція з боку бур'янів; механічні пошкодження насіння при сівбі.

Ці фактори створюють складне, біологічно активне середовище, що може як сприяти, так і перешкоджати проростанню насіння. Тому здатність насіння до початку росту в польових умовах є критично важливою характеристикою його якості.

Високоякісне насіння, навіть за відсутності стану спокою, повинно демонструвати не лише швидке проростання, але й здатність витримувати тимчасові несприятливі умови. Ця властивість, відома як "насіннева сила" або

"vigor", є ключовою для забезпечення високої польової схожості та формування здорових, продуктивних рослин.

Насіння з високою "силою" характеризується:

- швидким та рівномірним проростанням;
- здатністю проростати в широкому діапазоні польових умов;
- стійкістю до стресових факторів на ранніх етапах розвитку;
- потенціалом швидкого відновлення після стресу;
- формуванням потужної кореневої системи;
- високою ефективністю використання поживних речовин;
- підвищеною стійкістю до патогенів;
- кращою адаптивністю до змін навколишнього середовища.

Ці характеристики особливо важливі в умовах мінливого клімату та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Насіння з високою "силою" забезпечує більш стабільні врожаї навіть за несприятливих умов вирощування.

Застосування біопрепаратів, таких як Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя, може сприяти підвищенню "сили" насіння через стимуляцію метаболічних процесів у насініні; покращення мобілізації поживних речовин; підвищення стійкості до патогенів; оптимізацію водного балансу; покращення розвитку кореневої системи на ранніх етапах; стимуляцію синтезу фітогормонів.

Таким чином, використання біопрепаратів може розглядатися як ефективний метод підвищення якості насіннєвого матеріалу сої, що в кінцевому підсумку сприяє формуванню більш стійких та продуктивних посівів.

Для максимальної реалізації потенціалу біопрепаратів та високоякісного насіння рекомендується:

1. проводити передпосівну підготовку ґрунту, забезпечуючи оптимальні умови для проростання;
2. дотримуватися рекомендованих строків та норм висіву;
3. забезпечувати оптимальний водний режим на етапі проростання;
4. використовувати інтегровані системи захисту рослин;
5. враховувати сортові особливості при виборі агротехнології.

Впровадження цих заходів у комплексі з використанням високоякісного насіння, обробленого ефективними біопрепаратами, дозволить максимально реалізувати генетичний потенціал сортів сої та забезпечити стабільно високі врожаї цієї важливої сільськогосподарської культури. Результати польової схожості насіння та виживаності рослин представлено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

**Вплив обробки насіння сої бактеріальними
препаратами на польову схожість та виживаність рослин**

Варіант	Польова схожість,%	Відхилення від контролю, %	Вживаність рослин	
			%	± до контролю
Озборн				
Контроль	70	-	85,4	
Біоінокулянт БТУ	79	9	87,8	+2,4
Біомаг Соя	74	4	87,0	+1,6
НІР ₀₀₅	1,2			
Аполло				
Контроль	71	-	83,2	
Біоінокулянт БТУ	80	9	89,9	+6,7
Біомаг Соя	82	11	90,2	+7,0
НІР ₀₀₅	1,3			

Польова схожість для сорту Озборн на контролі складала 70%, за використання біопрепаратів цей показник зростав: в варіанті з обробкою Біоінокулянтом БТУ 7 на 9% (+9%) та Біомагом Соя на 74% (+4%).

Для сорту Аполло спостерігалася подібна тенденція: на контролі значення показника було 71%, в варіанті Біоінокулянт БТУ - 80% (+9%), в варіанті Біомаг

Со́я - 82% (+11%). Обидва біопрепарати значно підвищували польову схожість для обох сортів. Для сорту Озборн Біоінокулянт БТУ виявився ефективнішим. Для сорту Аполло Біомаг Со́я показав кращий результат.

Що стосується виживаності рослин в польових умовах, то в сорту Озборн на контролі вона становила 85,4%, за використання Біоінокулянт БТУ мало місце збільшення до 87,8% (+2,4%), а за використання Біомаг Со́я - 87,0% (+1,6%)

У сорту Аполло на контролі цей показник становив 83,2%, при використанні Біоінокулянта БТУ 89,9% (+6,7%), Біомаг Со́я - 90,2% (+7,0%).

З отриманих результатів можна зробити висновок, що обидва препарати підвищують виживаність рослин у польових умовах, але ефект був більш виражений для сорту Аполло, де Біомаг Со́я показав дещо кращий результат.

Також сорт Аполло виявив більшу чутливість до біопрепаратів, особливо щодо виживаності рослин., при цьому базова виживаність на контролі була вищою у сорту Озборн.

Значення НІР₀₀₅ для польової схожості становить 1,2% для сорту Озборн та 1,3% для сорту Аполло, підтверджує статистичну достовірність отриманих результатів.

Обидва біопрепарати суттєво покращують як польову схожість, так і виживаність рослин сої. Біоінокулянт БТУ демонструє кращі результати для сорту Озборн, тоді як Біомаг Со́я - для сорту Аполло.

В наших дослідження встановлено, що застосування біопрепаратів може значно підвищити ефективність використання посівного матеріалу та загальну продуктивність посівів сої. Вибір препарату може залежати від конкретного сорту сої.

Отримані результати показують високу ефективність обох біопрепаратів для поліпшення ключових показників росту й розвитку рослин сої, що може мати суттєвий позитивний вплив на загальну врожайність культури.

4.2. Особливості онтогенетичного розвитку рослин сої після передпосівної обробки насіння

Дослідження показують, що вплив на насіння на ранніх етапах проростання може суттєво змінити його метаболізм, що в свою чергу відображається на подальшому розвитку рослин. Ці зміни можуть призвести до різної динаміки проходження фенологічних фаз рослинами, вирощеними з такого обробленого насіння.

Для оцінки цього ефекту проводились систематичні фенологічні спостереження протягом усього вегетаційного періоду. Ці спостереження дозволяють детально відстежити особливості росту і розвитку рослин на різних етапах їх життєвого циклу.

Отримані дані демонструють, як початкова обробка насіння впливає на інтенсивність проходження ключових стадій розвитку рослин сої. Ці зміни можуть включати прискорення або уповільнення певних фаз, зміну тривалості окремих періодів росту, а також модифікацію фізіологічних процесів на різних етапах вегетації.

Такі фенологічні дані є цінним джерелом інформації для розуміння механізмів впливу різних обробок насіння на розвиток рослин та для оптимізації агротехнічних заходів при вирощуванні сої (рис.1, 2).

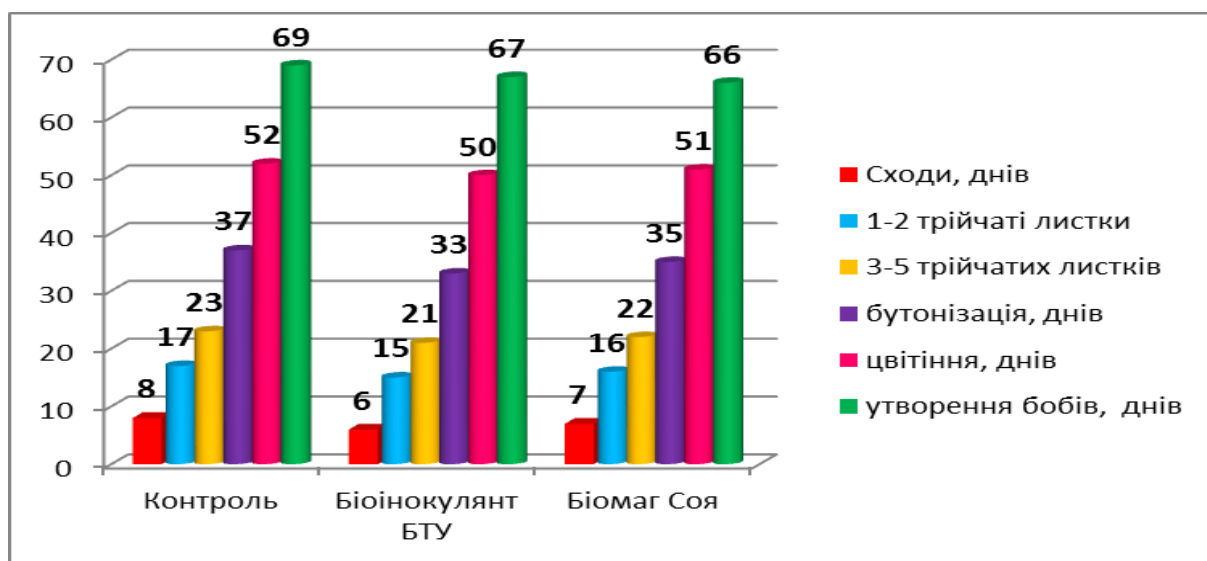


Рис.1 Особливості фенології рослин сорту Озборн

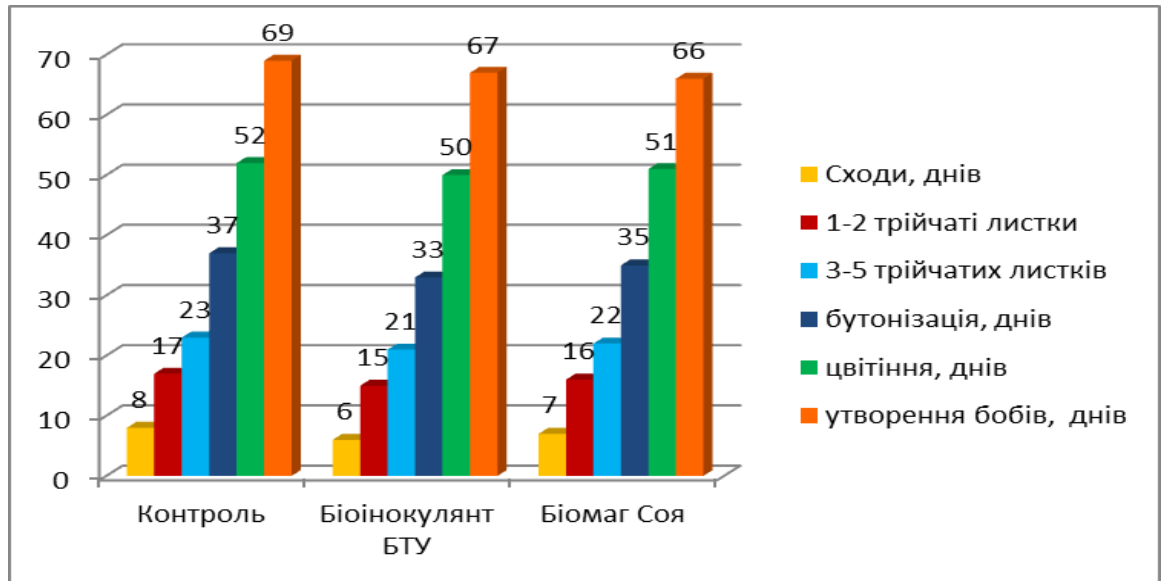


Рис.2. Особливості фенології рослин сорту Аполло

На основі отриманих результатів можна зробити наступні висновки про вплив біопрепаратів на тривалість фенологічних фаз розвитку сої сортів Озборн та Аполло:

- 1) обидва біопрепарати (Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соєа) прискорюють розвиток рослин сої порівняно з контролем.
- 2) біоінокулянт БТУ показує більш виражений ефект прискорення, ніж Біомаг Соєа;
- 3) Поява сходів прискорюється на 1-2 дні, формування 1-2 трійчатих листків та 3-5 трічатих листків - на 1-2 дні, бутонізація на 2-4 дні.

Обидва сорти (Озборн та Аполло) показують однакову тривалість фаз розвитку в контрольному варіанті. Реакція обох сортів на біопрепарати дуже схожа, з незначною різницею у фазі утворення бобів для сорту Аполло при обробці Біомагом Соєа.

Біоінокулянт БТУ показує найкращі результати, прискорюючи повний цикл розвитку на 4 дні для обох сортів.

Біомаг Соєа також ефективний, але меншою мірою.. Настання основних фаз розвитку відбувається на 2 дні раніше для сорту Озборн та 3 дні для сорту Аполло.

Застосування біопрепаратів, особливо Біоінокулянту БТУ, значно прискорює розвиток рослин сої обох досліджуваних сортів, що може мати позитивний вплив на загальну продуктивність та адаптивність культури до різних умов вирощування.

Таблиця 4.4

Біометрична структура рослин сої в залежності від інокуляції

Варіант	Висота прикріплення нижнього боба, см	Кількість, шт./рослину		Маса насіння з однієї рослини, г
		бобів	насінин	
Озборн				
Контроль	15	12,5	24,7	3,5
Біоінокулянт БТУ	18	15,4	41,5	5,2
Біомаг Соя	17	13,3	35,8	4,9
Аполло				
Контроль	14	13,4	22,4	3,2
Біоінокулянт БТУ	17	16,1	31,5	4,8
Біомаг Соя	16	15,2	29,2	4,3

На основі даних таблиці 4.4 можна зробити наступні висновки про результати експерименту. Обидва біопрепарати (Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя) показали позитивний вплив на всі досліджувані параметри порівняно з контролем для обох сортів сої. Біоінокулянт БТУ виявився ефективнішим, ніж Біомаг Соя, для обох сортів.

Виявлено сортові особливості в реакції сої на дію препаратів., а саме:

- сорт Озборн показав вищі показники маси насіння з однієї рослини порівняно з сортом Аполло у всіх варіантах обробки;
- сорт Аполло мав дещо більшу кількість бобів на рослину в контрольному варіанті, але це можна пояснити біологічними особливостями культури.

Вплив передпосівної інокуляції на основні параметри врожаю полягав в тому, що висота прикріплення нижнього боба збільшилась на 2-3 см при застосуванні біопрепаратів; кількість бобів на рослину зросла на 1,5-3 шт. залежно від препарату та сорту.

Найбільш значне збільшення спостерігалось по кількості насінин: для Озборну - на 11,1-16,8 шт., для Аполло - на 6,8-9,1 шт.

Маса насіння з однієї рослини суттєво зростає: для Озборну - на 1,4-1,7 г, для Аполло - на 1,1-1,6 г.

Біоінокулянт БТУ показав найкращі результати для обох сортів, особливо щодо збільшення кількості насінин та маси насіння. Біомаг Соя також покращив показники, але менш суттєво порівняно з Біоінокулянтом БТУ.

Застосування біопрепаратів, особливо Біоінокулянту БТУ, значно підвищує продуктивність обох сортів сої, що виражається у збільшенні кількості бобів, насінин та загальної маси насіння з однієї рослини.

Ці результати свідчать про ефективність використання біопрепаратів для підвищення врожайності сої та можуть бути корисними для оптимізації агротехнології вирощування цієї культури.

4.3. Вплив передпосівної обробки на якість та врожайність сої.

При оцінці ефективності застосування біологічно активних препаратів у вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема сої, ключову роль відіграють два основні аспекти: кількісний показник урожайності та якісні характеристики отриманої продукції.

Кількісний показник урожайності є першорядним критерієм, який відображає загальну продуктивність посівів. Він вимірюється в тоннах з гектара (т/га) і дає чітке уявлення про економічну ефективність застосування тих чи інших агротехнологій, включаючи використання біопрепаратів. Підвищення врожайності навіть на кілька відсотків може мати значний вплив на рентабельність виробництва.

Однак, не менш важливими є якісні показники врожаю, які в випадку сої характеризуються насамперед вмістом білка та жиру в насінні. Ці компоненти визначають харчову та технологічну цінність сої як сировини для різних галузей промисловості.

Вміст білка в сої є критично важливим показником, оскільки соєвий білок широко використовується в харчовій промисловості та виробництві кормів. Високобілкові сорти сої користуються підвищеним попитом на ринку і часто мають вищу ціну. Біологічно активні препарати можуть впливати на метаболізм азоту в рослинах, потенційно підвищуючи синтез білків.

Вміст жиру також є ключовим параметром якості соєвого насіння, особливо для олійно-жирової промисловості. Соєва олія широко використовується як в харчовій промисловості, так і в технічних цілях. Зміна вмісту жиру під впливом біопрепаратів може суттєво вплинути на економічну цінність врожаю.

Важливо відзначити, що між вмістом білка та жиру в насінні сої часто спостерігається обернена залежність. Тому завданням селекціонерів та агрономів є знаходження оптимального балансу між цими показниками.

Застосування біологічно активних препаратів може впливати на якісні показники врожаю через різні механізми: оптимізація мінерального живлення рослин, особливо азотного, що може підвищувати синтез білків, стимуляція фотосинтетичної активності, що впливає на накопичення органічних речовин, включаючи жири, покращення стресостійкості рослин, що дозволяє більш ефективно використовувати ресурси середовища для формування якісного врожаю, регуляція гормонального балансу рослин, що може впливати на процеси накопичення запасних речовин у насінні.

При оцінці ефективності біопрепаратів важливо враховувати не лише абсолютні значення врожайності та вмісту білка і жиру, але й їх стабільність в різних умовах вирощування. Препарати, які забезпечують стабільно високі показники якості врожаю навіть за несприятливих умов, мають особливу цінність.

Таким чином, комплексна оцінка ефективності біопрепаратів повинна враховувати як кількісні, так і якісні показники врожаю. Це дозволяє отримати повну картину впливу препаратів на продуктивність та якість сої, що є основою

для прийняття обґрунтованих рішень щодо їх застосування в агротехнології вирощування цієї важливої сільськогосподарської культури (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Вплив передпосівної обробки на урожайність та якість насіння сої

Варіант	Урожайність, т/га	Вміст білка,%	Вміст жиру, %
Озборн			
Контроль	1,8	29,2	19,6
Біоінокулянт БТУ	3,2	30,5	20,4
Біомаг Соя	2,9	31,1	20,2
НІР ₀₀₅	?????		
Аполло			
Контроль	2,0	28,2	21,1
Біоінокулянт БТУ	2,7	30,3	22,5
Біомаг Соя	3,3	30,1	22,3
НІР ₀₀₅	?????		

Урожайність сорту Озборн на контролі становила 1,8 т/га, що на 1,4 т/га менше, ніж за використання Біоінокулянта БТУ (прибавка врожаю склала +77,8%). За обробки Біомаг соя прибавка становила +61,1% (1,1 т/га).

У сорту Аполло на контролі була отримана врожайність 2,0 т/га, обробка Біоінокулянтом БТУ дала змогу підвищити її на 0,7 т/га (+35%). Найвища врожайність для даного сорту була отримана за використання Біомаг Соя – 3,3 т/га, що становило прибавку +65%.

Обидва біопрепарати суттєво підвищили урожайність обох сортів. Для сорту Озборн більш ефективним виявився Біоінокулянт БТУ, а для Аполло - Біомаг Соя.

Також спостерігалось помірне підвищення вмісту білка у обох сортів при застосуванні біопрепаратів.

У сорту Осборн на контролі цей показник становив 29,2%, за використання Біоінокулянта БТУ 30,5% (+1,3%), а за обробки Біомаг Соя - 31,1% (+1,9%).

Для сорту Аполло спостерігалась подібна тенденція: на контролі вміст білка склав 28,2%, за використання інокулянтів – 30,3% (+2,1%) та 30,1 % (+1,9%) відповідно до варіантів досліду.

Стосовно вмісту жиру тенденція була подібно для всіх варіантів досліду. У сорту Осборн на контролі його частка становила 19,6%, за використання Біоінокулянта БТУ 20,4% (+0,8%), обробка Біомаг Соя дала прибавку +0,6%, що дало змогу отримати вміст жиру на рівні 20,2%.

Показники вмісту жиру у сорту Аполло були такими: контроль - 21,1%, Біоінокулянт БТУ - 22,5% (+1,4%), Біомаг Соя - 22,3% (+1,2%).

Вміст жиру також збільшився у обох сортів, причому більш виражено у сорту Аполло.

Отже, можна зробити висновок, що обидва біопрепарати показали високу ефективність у підвищенні урожайності сої, з приростом від 35% до 77,8%.

Вміст білка збільшився на 1,3-2,1 відсоткових пункти, що є значимим покращенням якості. Вміст жиру також зріс, особливо для сорту Аполло.

Було встановлено, що сорти по-різному реагують на біопрепарати: Осборн показав кращі результати з Біоінокулянтом БТУ, а Аполло - з Біомагом Соя.

В нашому випадку застосування біопрепаратів дозволило одночасно підвищити як кількісні, так і якісні показники врожаю сої.

ВИСНОВКИ

На підставі проведення досліджень з вивчення екологізації окремих елементів технології вирощування сої можна зробити такі висновки.

1. Встановлено, що використання біопрепаратів впливає на фази розвитку рослин сої: поява сходів прискорюється на 1-2 дні, формування трійчатих листків та 3-5 днів, бутонізації на 2-4 дні. Реакція обох сортів на біопрепарати подібна, з незначною різницею в фазі утворення бобів для сорту Аполло при обробці Біомагом Соя. Біоінокулянт БТУ скорочує повний цикл розвитку на 4 дні для обох сортів.

2. Біоінокулянт БТУ виявив найкращі результати для обох сортів щодо покращення параметрів генеративної сфери росли, зокрема збільшення кількості насінин та маси насіння. Біомаг Соя також позитивно впливав на ці показники, але менш суттєво, порівняно з Біоінокулянтом БТУ.

3. Застосування біопрепаратів, особливо Біоінокулянту БТУ, значно підвищує продуктивність обох сортів сої, що виражається у збільшенні кількості бобів, кількості насінин та загальної маси насіння з однієї рослини.

4. Використання біопрепаратів покращило якісний склад насіння сої обох сортів: вміст білку збільшився на 1,3-2,1%, вміст жиру – на 1,2-1,4%.

5. Визначено, що в сорту Аполло обробка Біоінокулянтом БТУ підвищити врожайність на 0,7 т/га (+35%), за використання препарату Біомаг Соя – на 3,3 т/га, що становило прибавку +65%. Прибавка врожаю сорту Озборн за використання Біоінокулянта БТУ склала +77,8%, за обробки Біомаг соя прибавка становила +61,1% (1,1 т/га).

6. Встановлено різний ступінь реагування сортів сої на біопрепарати: сорт Озборн показав кращі результати з Біоінокулянтом БТУ, а сорт Аполло - з Біомагом Соя.

ПРОПОЗИЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Аграрним підприємствам зони північно-східного Лісостепу України, як елемент технології вирощування сої, для підвищення врожайності та покращення його якості, а також забезпечення екологізації виробництва пропонуємо використовувати інокуляцію насіння препаратами Біоінокулянт БТУ та Біомаг Соя.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України : монографія / Є. М. Огурцов, В. Г. Міхєєв, Ю. В. Белінський, І. В. Клименко ; за ред. М.А. Бобро. Харків : ХНАУ, 2016. 268 с.
2. Алмашова, В. (2021). Сучасний стан управління фітосанітарного моніторингу регульованих шкідливих організмів на півдні України. Таврійський науковий вісник.
3. Афанасьєв С. О., Васенко О. Г., Петренко О. М. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ-Т, 2016. 59 с.
4. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
5. Балюк С. А., Медведєв В. В., Воротинцева Л. І. та ін. Екологічний стан ґрунтів України. Український географічний журнал, 2012. № 2. С. 38-42.
6. Бахмат О.М., Чинчик О. С., Панцирева Г. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на продуктивність сортів сої в умовах Лісостепу західного.
7. Аграрна наука та харчові технології. 2018. Вип. 3(102). С. 96-105.
8. Боднарчук Л. І., Мусялковська А. О., Адамчук Л. О. Бджільництво України: стан і перспективи розвитку. Вісник аграрної науки, 2015. № 5. С. 5-9.
9. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. Вісник аграрної науки, 2003. № 8. С. 9-13.
10. Булигін С. Ю., Тімченко Д. О., Комариста А. В. Оцінка і прогноз якості земель. Харків: КП "Міськдрук", 2008. 302 с.
11. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
12. Гадзало Я. М., Патица М. В., Заришняк А. С. та ін. Агроекологічна інженерія в системі точного землеробства. Київ: Аграрна наука, 2016. 564 с.

13. Забарна Т. А., Пелех Л. В. Вплив систем землеробства на зміни структурно-агрегатного складу ґрунту за вирощування сої. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 20. С. 45-56.

14. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизєва Л. Н. та ін. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2016. 400 с.

15. Мойсієнко В. В., Стоцька С. В. Агроєкологічне обґрунтування ролі багаторічних трав у поліпшенні родючості ґрунту. Вісник ЖНАЕУ, 2015. № 2 (50), т. 1. С. 238-246.

16. Монарх В. В., Городиська І. М., Ліщук А. М., Чуб А. О. Особливості органічного насінництва сої в контексті євроінтеграції України. Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво. 2018. №9. С. 89– 101.

17. Пати́ка В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін. Біологічний азот. Київ: Світ, 2003. 424 с.

18. Пати́ка В. П., Тарарі́ко О. Г., Мельничук Д. О. та ін. Агроєкологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. Київ: Основа, 2015. 300 с.

19. Петриченко В. Ф., Кобак С. Я., Темченко І. В. та ін. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2016. 592 с.

20. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В., Іванюк С.В. Соя: монографія. Вінниця: Діло, 2016. 400 с.

21. Писаренко В. М. Система органічного землеробства агроєколога Семена Антонця / В. В. Писаренко, А. С. Антонєць, Г. В. Лук'яненко, П. В. Писаренко; наук. ред.. Писарєно В. М. – П., 2017. – 124с.

22. Писаренко В. М., Писаренко П.В., Писаренко В. В. Агроєкологія. Полтава: ФОП Говоров С.В., 2008. 255 с.

23. Писаренко П.В., Писаренко В.М., Писаренко В.В. Агроєкологія: теорія та практика. Полтава: ІнтерГрафіка, 2003. 318 с

24. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ: Символ-Т, 2018. 28 с.

25. Романько Ю. Вплив кліматичних чинників на реалізацію потенціалу сої різних груп стиглості в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Львівського національного аграрного університету. 2009. № 13. С. 379–388.
26. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С.В. Краплинне зрошення овочевих культур і картоплі в умовах Степу України. Київ: ДІА, 2012. 248 с.
27. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2015. 314 с.
28. Темрієнко О. О. Вплив бактеризації та позакореневих підживлень на формування урожайності насіння сої в умовах Лісостепу правобережного.
29. Фурдичко О. І., Демидов О. А., Дребот О. І. Екологічні основи збалансованого розвитку агросфери в контексті європейської інтеграції України. Київ: ДІА, 2014. 336 с.
30. Фурдичко О.І., Стадник А. П. Основи управління агроландшафтами України. Київ: Аграрна наука, 2012. 384 с.
31. Хільчевський В. К., Осадчий В.І., Курило С.М. Основи гідрохімії: Підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
32. Циганський В. І., Циганська О. І. Вплив мінеральних добрив та способів використання комплексу мікроелементів на висоту рослин сої. Збірник наукових праць ВНАУ «Сільське господарство та лісівництво». 2019. 15. С. 83–93.
33. Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Wal, T. V. D., Soto, I. & Eory, V. (2017). Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability*, 9(8), 1339.
34. Bamisile, B. S., Dash, C. K., Akutse, K. S., Keppanan, R., & Wang, L. (2018). Fungal endophytes: beyond herbivore management. *Frontiers in microbiology*, 9, 544.
35. Benke, K., & Tomkins, B. (2017). Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 13(1), 13-26.

36. Calonego, J. C., Raphael, J. P., Rigon, J. P., de Oliveira Neto, L., & Rosolem, C. A. (2017). Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. *European Journal of Agronomy*, 85, 31-37.
37. Chlingaryan, A., Sukkarieh, S., & Whelan, B. (2018). Machine learning approaches for crop yield prediction and nitrogen status estimation in precision agriculture: A review. *Computers and electronics in agriculture*, 151, 61-69.
38. Garrett, H. E., Kerley, M. S., Ladyman, K. P., Walter, W. D., Godsey, L. D., Van Sambeek, J. W., & Brauer, D. K. (2004). Hardwood silvopasture management in North America. *Agroforestry Systems*, 61(1), 21-33.
39. Hunt Jr, E. R., & Daughtry, C. S. (2018). What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture? *International Journal of Remote Sensing*, 39(15-16), 5345-5376.
40. Jose, S. (2009). Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*, 76(1), 1-10.
41. Kasirajan, S., & Ngouajio, M. (2012). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2), 501-529.
42. Lacey, L. A., Grzywacz, D., Shapiro-Ilan, D. I., Frutos, R., Brownbridge, M., & Goettel, M. S. (2015). Insect pathogens as biological control agents: back to the future. *Journal of invertebrate pathology*, 132, 1-41.
43. Nowatzki, J., Endres, G., DeJong-Hughes, J., & Aakre, D. (2017). Strip-till for field crop production. North Dakota State University Extension Service.
- Schimmelpfennig, D. (2016). Farm profits and adoption of precision agriculture. *Economic Research Report*, (217).
44. Sinclair, T. R., Marrou, H., Soltani, A., Vadez, V., & Chandolu, K. C. (2014). Soybean production potential in Africa. *Global Food Security*, 3(1), 31-40.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-16 травня 2024 р.)

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Одарченко В. В., студ. 2м курсу ФАТП
Науковий керівник: проф. Г. О. Жатова
Сумський НАУ

Виробництво сої в Україні має стратегічне значення в забезпеченні продовольчої та енергетичної безпеки держави. Все більше вимог ставиться до задоволення населення високобілковими продуктами, а галузь тваринництва збалансованими за протеїном кормами. Соя за відносно короткий вегетаційний період (95-120 днів) формує два врожаї білку й олії та залишає після себе від 60 до 130 кг/га симбіотичного азоту. Вона належить до тих рослин, які створені на користь людині, може стати основним джерелом, збалансованого за амінокислотним складом і вмістом, екологічно чистого білка та енергозберігаючою культурою сівозміни.

На сучасному рівні розвитку сільського господарства основним має бути не спостереження і констатація фактів погіршення стану довкілля в результаті нераціонального застосування агрохімікатів, а запобігання можливим негативним наслідкам, впровадження науково – обґрунтованих, екологічно – безпечних технологій, в основі яких лежить система екологічної безпеки довкілля і здоров'я людини.

Екологізація технологій та окремих прийомів є важливим заходом, який може стримати подальше зниження родючості ґрунтів, стабілізувати виробничі системи, зменшити залежність від технологічних факторів. З усього комплексу агрохімічних заходів по удобренню с.-г. культур найменші матеріальні і трудові витрати припадають на обробку насіння бактеріальними препаратами, біостимуляторами і мікроелементами. Дія біопрепаратів і регуляторів росту обумовлена їх впливом на рослинний організм на окремих етапах органогенезу і пов'язана з істотними змінами в процесі обміну речовин, перебудови ряду метаболічних систем, які відносяться до генного, гормонального і клітинного енергообміну. Під впливом біопрепаратів у рослин підвищуються процеси дихання, живлення та фотосинтезу.

Дуже важливим інструментом в екологізації вирощування сої є інокуляція - це процес обробки насіння або внесення у рядки препаратів, що містять бульбочкові бактерії з роду Різобіум, які інфікують молоде коріння рослини. Обробка препаратами на основі азотфіксуючих бактерій, які стимулюють природні ростові процеси, пов'язані з азотфіксацією, і дають можливість рослинам повністю реалізувати свій генетичний потенціал за рахунок підвищення азотного живлення В місцях їх проникнення на рослині-господарі утворюються бульбочки, у яких дуже швидко розмножуються ризобії. Ці бактерії фіксують азот із повітря, тобто перетворюють його із газоподібної на поживну для рослин форму іона амонію NH₄⁺. Фіксований азот сприяє набиранию білкової маси рослини, що в свою чергу впливає на врожайність і якість насіння. По даним наукових досліджень, завдяки використанню інокулянта можна зберегти до 100 кг азоту на гектар.

Інокулянти можуть бути у двох препаративних формах – рідкій і торф'яній, різниця між ними у зручності використання.

Нин на ринку України представлено широкий асортимент інокулянтів вітчизняного та іноземного виробництва. Ефективність препарату залежить від активності, комплементарності та конкурентоспроможності штаму.

Торф'яна форма більш зручна для сучасних сівалок. При сухому методі інокулянт у вигляді порошку, вручну змішують з насінням у ящику сівалки безпосередньо перед сівою, або поступово висипають на насіння, яке потроху подається у барабан протруйника.

Зазвичай більшість господарств віддають перевагу сухому методу інокуляції, так як він має свої переваги:

- економія часу та витрат за рахунок відсутності з необхідності ще раз проганяти насіння через машину для протруювання;

- обробка насіння безпосередньо перед посівом, що мінімізує втрати живих бактерій.

Рідка форма містить у собі додаткове джерело живлення для біобактерій та насіння, відчого покращується дружність сходів, а також подовжує період між обробкою насіння та строком висіву, що зручно для великих господарств. Основною перевагою вологого методу, є максимально ефективне покриття насіння інокулянтом. Цей процес зазвичай відбувається за допомогою машини для протруювання, часто використовують звичайний бетонозмішувач.

Отже, можна зробити висновок, що одним із важливих резервів збільшення врожайності сої є регулятори росту рослин і бактеріальні препарати, які поряд з екологічною безпечністю найбільш економічні і не потребують додаткових матеріальних ресурсів. Застосування регуляторів росту рослин у посівах та бактеріальних препаратів для обробки насіння сприяє підвищенню біологічної господарської ефективності рослинництва. Вони підвищують посухостійкість, стійкість рослин до стресових ситуацій, стійкість до хвороб, стимулюють ріст і розвиток рослин, підвищують якість урожаю.

Декларація академічної доброчесності

Я, Віталій ОДАРЧЕНКО, студент групи ЕКО 2301м Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформована, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи повинен/нна буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

Віталій ОДАРЧЕНКО: _____

Рекомендована форма самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень			Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями.			+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.		+		
Наведено конкретні результати з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами.			+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо).			+ +	
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.			+ +	
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження.		+		
Робота оформлена повністю відповідно до вимог.			+ + +	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок.		+		

Віталій ОДАРЧЕНКО:_____