

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

05.02 – МР. 1807 «С» 2024.09.11. 014 ПЗ

Глинська Катерина Юріївна

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет агробіологічний

УДК 632.51: 633.15

ПОГОДЖЕНО
Декан агробіологічного факультету
(назва факультету)

_____ Коваленко В.П.
(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
землеробства та гербології
(назва кафедри)

_____ Танчик С.П.
(підпис)

“ _____ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Ефективність інокулянтів в посівах сої в умовах Київської області»

Спеціальність

201 «Агрономія»
(код і назва)

Освітня програма

Агрономія
(назва)

Орієнтація освітньої програми ОС «Магістр» - освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор с.-г. наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Каленська С.М.
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

кандидат с.-г. наук, доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Іванюк М.Ф.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Глинська К.Ю.
(ПІБ)

Київ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри землеробства та гербології

доктор с.-г. наук, професор _____ Танчик С.П.

“ _____ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Глинській Катерині Юрївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 201 «Агрономія»
(код і назва)

Освітня програма _____ Сучасні системи землеробства
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна
освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Ефективність інокулянтів в посівах сої в умовах Київської області» затверджена наказом ректора НУБіП України від «11» вересня 2024 р. № 1807-С

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 жовтня 2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: ґрунтово-кліматичні умови місця проведення досліджень, водно-фізичні властивості ґрунту, фенологічні показники, урожайність сої та її структура за різних норм внесення інокулянтів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Встановити вплив попередників, зокрема озимої пшениці й соняшника, на формування врожайності сої;
2. Дослідити вплив інокулянтів Різолан з біопротектором Різосейв та Біоінокулянт БТУ українського виробництва на формування врожайності сої;
3. Виявити залежність урожайності досліджуваної культури від використання різних інокулянтів при різних попередниках;
4. Порівняти економічну доцільність застосування вищезгаданих біологічних препаратів при різних попередниках.

Дата видачі завдання « 10 » жовтня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на 54 сторінках комп'ютерного тексту. Вона містить 4 основних розділи, висновки та пропозиції для покращення виробництва. У роботі містяться 4 таблиці та 7 рисунків. Список використаної наукової літератури включає 33 найменувань.

Тема магістерської роботи: «Ефективність інокулянтів в посівах сої в умовах Київської області».

Перший розділ включає огляд літератури і сучасні виклики та проблеми у сфері використання біопрепаратів в цілому, та окремо використання інокулянтів на посівах сої. Містить основну інформацію про основні біологічні характеристики та роль сої в сучасному землеробстві.

Другий розділ висвітлює місце та умови проведення досліджень, характеристику погодно-кліматичних і ґрунтових умов. Окреслює програму та методику досліджень та коротко описує технологію проведення дослідження.

Третій розділ повністю розкриває результати дослідження. Відображає зв'язки між морфологічними показниками культури та факторами впливу, що досліджувались. Взаємодія та взаємозв'язок між кількома факторами.

Четвертий розділ відображає економічні розрахунки по вирощуванню культури. Містить детальний аналіз дослідження та надає рекомендації по підвищенню економічної ефективності.

Об'єкт дослідження – посіви сої, які вирощуються після різних попередників та з використанням інокулянтів українського виробництва на території господарства ТДВ «Терезине».

Предмет дослідження – вплив попередників та різних інокулянтів українського виробника «ВТУ» на посівні якості, біометричні показники посівів, урожайність за інтегрованої системи вирощування та економічну ефективність досліджуваної культури.

Мета дослідження – дослідити і встановити найбільш оптимальне застосування інокулянтів для вирощування сої в залежності від попередників в умовах господарства ТДВ «Терезине» Білоцерківського району, Київської області.

Методи дослідження: Загальнонаукові (аналіз, синтез), спеціальні (польовий, лабораторний), статистичні (дисперсійний, кореляційний).

ПУБЛІКАЦІЇ:

Публікація тез у Міжнародній науково-практичній конференції «Післявоєнне відновлення ґрунтових і рослинних ресурсів та продовольча безпека країни».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГРУНТ, ВІЙСЬКОВІ ДІЇ, ЗАБРУДНЕННЯ, ДЕГРАДАЦІЯ ГРУНТІВ, МІКРООРГАНІЗМИ, МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Роль біопрепаратів у сучасному сільському господарстві	10
1.2. Інокулянти та їх вплив на продуктивність бобових культур.....	14
1.3. Соя: основні біологічні риси та її роль у сучасному землеробстві	20
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1. Характеристика місця проведення досліджень	24
2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов господарства	25
2.2.1. Погодно-кліматичні умови господарства.....	25
2.2.2. Ґрунтові умови господарства	29
2.3. Програма і методика досліджень	30
2.4. Технологія в досліджах.....	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
3.1. Ріст і розвиток сої залежно від попередників.....	34
3.2. Вплив інокулянтів на ріст та розвиток сої	36
3.3. Роль попередників і інокулянтів на формування густоти посівів сої	39
3.4. Вплив кількості та маси бульбочок на коренях на продуктивність і врожайність сої.....	41
3.5. Урожайність культури та її структура	44
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ НОРМ ІНОКУЛЯНТІВ	48
ВИСНОВКИ.....	52
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

Сільське господарство є важливою галуззю народного господарства, яка покликана забезпечити виробництво достатньої кількості продуктів харчування для населення, кормів для тваринництва та сировини для легкої й харчової промисловості при високій їх якості. Основною галуззю сільськогосподарського виробництва є землеробство, яке охоплює всі рослинницькі напрямки, націлені на вирощування різних культур, зокрема таких, як соя [20].

Завдання землеробства, як складової сільського господарства, полягають у забезпеченні раціонального використання земельних, водних, рослинних та інших ресурсів, а також в оптимізації всього кліматичного потенціалу (сонячна енергія, тепло, опади). Це включає створення найкращих умов для стійкого розвитку та високої продуктивності ріллі, що є критично важливим для задоволення потреб населення у продуктах харчування рослинного походження, таких як зерно, овочі, фрукти, олія та цукор [19, 16].

В умовах зростаючого населення та змін клімату, завдання землеробства стає ще більш складним. Важливо не лише максимізувати виробництво, але й робити це екологічно безпечно, впроваджуючи інтенсифікацію сільського господарства (хімізацію, меліорацію, механізацію) без шкоди для навколишнього середовища. Відтворення та підвищення родючості ґрунтів, а також запобігання ерозійним процесам є критично важливими завданнями для збереження агроєкосистем [14].

Землеробство, як відомо з археологічних даних, виникло одночасно із скотарством у мезоліті-неоліті. Освоєння землі відбувалося поступово. На початку третього тисячоліття головним завданням землеробства є одержання максимально можливої біологічної продукції з меншої площі при найменших витратах, щоб задовольнити потреби населення в харчуванні та продовженні життя людей. Наприкінці ХХ ст. ще широко застосовували старі традиційні системи землеробства, котрі сприяли розвитку ерозії, призводили до деградації ґрунту. Проте вже почали освоювати нові сучасні системи, що ґрунтуються на

прогресивних підходах до обробітку ґрунту, новому поколінні техніки, тенденціях до мінімізації в технології вирощування сільськогосподарських культур та зменшенні енерговитрат [15, 17].

У сучасному світі одночасно в різних регіонах функціонують різні системи землеробства. Майбутнє виробництво сільськогосподарської продукції повинно бути екологічно чистим, біологічним та природним, водночас зменшуючи використання штучних і промислових методів. З огляду на ці виклики, важливість розробки нових підходів до вирощування культур, таких як соя, та впровадження біопрепаратів стає ключовою для забезпечення стійкості та продуктивності аграрного сектора [17, 18].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Роль біопрепаратів у сучасному сільському господарстві

Хімічні засоби захисту рослин, які діють прямо на клітини патогенів, є швидким і зручним способом контролю шкідників та бур'янів у сільському господарстві. Проте їх застосування може призвести до серйозних ризиків для здоров'я людини та негативно вплинути на навколишнє середовище.

Дослідження з різних країн свідчать про потенційно негативний вплив хімічних засобів захисту, що широко використовуються в сільському господарстві, на здоров'я людини. Встановлено зв'язок між професійним впливом пестицидів і розвитком ряду захворювань, від респіраторних хвороб до різних форм раку. Через це світове сільське господарство потребує впровадження нової концепції використання засобів захисту рослин, яка буде безпечнішою для фермерів, людей загалом і навколишнього середовища [1, 17].

Сьогодні триває перехід до «Європейського зеленого курсу», що має на меті забезпечення стійкої, чистої та безпечної економіки в ЄС. У Європейському Союзі вводиться багато заборон на використання певних хімічних речовин. У США та Європі значно обмежується застосування інсектицидів класу неонікотиноїдів, а також забороняється використання фосфорорганічних препаратів. Наприклад, нещодавно в ЄС заборонили хлорпірифос і імпорту продукції з його залишками. Крім того, різні країни поступово вводять заборону на системний гербіцид гліфосат. Список заборон продовжує розширюватися щороку [28].

Згідно з даними FAO, з 4,85 млрд гектарів світових сільськогосподарських угідь токсикоз або виснаження ґрунтів (включаючи забруднення залишками стійких гербіцидів) виявляється на 1,25 млрд гектарів. Експерти вважають, що це є головною причиною втрати приблизно $\frac{1}{4}$ світового врожаю агропродукції.

Загалом, планується зменшити використання пестицидів на 50% до 2030 року. Крім того, Європа має намір перевести 25% сільськогосподарських площ на органічне землекористування. Усе це спонукає аграріїв переходити на

альтернативні препарати, щоб поліпшити якість продукції та підвищити врожайність культур.

Біопрепарати вже стали невід'ємною частиною сільського господарства. Ці екологічно безпечні продукти, створені з корисних мікроорганізмів і природних речовин, все більше замінюють хімічні засоби захисту рослин і добрива. Згідно з даними дослідницької компанії Dunham-Trimmer, загальний світовий дохід у біоринку в 2023 році перевищив \$10 млрд, і очікується, що до 2030 року ця цифра зросте до \$25 млрд. Багато виробників біопрепаратів стверджують, що ми наближаємося до завершення «епохи пестицидів» і переходимо до біологізації аграрного виробництва. Прогнозується, що ринок біопрепаратів буде зростати на 15% щорічно до 2035 року. Однак більшість ринкових експертів та представників хімічних компаній сумніваються, що в найближчому майбутньому можливе повне витіснення хімічних засобів захисту з систем виробництва [2].

В Україні популярність біопрепаратів швидко зростає. Агрохолдинги все частіше впроваджують екологічні біотехнології, підтримуючи Європейський зелений курс. Крім того, через війну та девальвацію гривні фермери шукають альтернативи дорогим імпортним засобам захисту та добривам.

Згідно з дослідженнями VTU, 24% агрохолдингів в Україні активно інтегрують біотехнології у виробничі процеси. Мікробіологічними препаратами обробляється понад 4 млн гектарів орних земель України, і попит на них продовжує зростати.

Популярність мікробних біопрепаратів обумовлена їхньою ефективністю в таких сферах, як передпосівна обробка насіння, оздоровлення ґрунтів, а також боротьба зі шкідниками та хворобами рослин. Особливо швидко ці препарати займають ринок вирощування просапних культур [3].

Нещодавнє опитування американських виробників просапних і спеціальних культур виявило, що 20% великих агровиробників планують використовувати

біостимулятори у 2025 році, а 30% мають намір застосовувати біодобрива або засоби біоконтролю [4].

За діючими речовинами біологічні засоби захисту рослин класифікуються на грибні препарати (наприклад, *Trichoderma spp.* та авермектини), бактеріальні препарати (як-от *Bacillus subtilis*), віруси комах (такі як вірус гранульозу яблуневої плодожерки) та нематодні препарати (ентомопатогенні нематоди). Серед біологічних засобів захисту рослин переважають біофунгіциди, які складають близько 90% від загального обсягу.

Засоби біологічного захисту, що базуються на біоагентах (біоінсектициди, біофунгіциди, біонематоциди), мають спільну рису – вони не містять штучних хімічних сполук, хоча можуть включати речовини, отримані з рослинних екстрактів. Водночас за своєю активністю біологічні засоби захисту незначно поступаються відповідним хімічним пестицидам, але не залишають токсичних залишків у сільськогосподарській сировині та продуктах, є безпечними для людей і сільськогосподарських тварин.

Експерти з біозахисту засвідчують: «Живі клітини біопестицидів впливають на шкідливий об'єкт широким набором високомолекулярних ферментів, антибіотиків, токсинів та інших біологічно активних речовин. Для прикладу: молекулярна вага імідаклоприду становить 190 дальтон, а солі дитіокарбамінової кислоти – 212 дальтон, в той час як молекулярна маса мікробної протеази (продукується бактерією *Bacillus subtilis*) в сотні і тисячі разів більше, вона становить 27 277 дальтон. Широкий спектр різноманітних високомолекулярних метаболітів клітин з великою кількістю активних центрів ускладнює вироблення резистентності до біологічних засобів захисту рослин [5]».

При аналізі впливу біопрепаратів необхідно виявити можливі негативні наслідки їх використання:

1. Висока вартість, яка часто дорівнює або навіть перевищує вартість пестицидів. Економіка застосування біопрепаратів наразі приблизно на одному рівні з використанням хімічних речовин.

2. Ефект проявляється повільніше, ніж при використанні хімічних засобів захисту рослин.

3. Біопрепарати, в основному, працюють як профілактичний засіб; якщо шкідник або хвороба вже вразили посіви, все ще буде потрібне застосування пестициду.

4. Для внесення біопрепаратів необхідно чітко дотримуватися температурного режиму. Більшість з них не можна вносити вдень або в умовах вітряної погоди.

5. В Україні спостерігається катастрофічний дефіцит фахівців, які володіють навичками роботи з біопрепаратами.

Однією з ключових переваг використання біопрепаратів є їхній позитивний вплив на врожайність і якість сільськогосподарської продукції. Завдяки біологічному захисту та стимуляції росту, біопрепарати допомагають рослинам більш ефективно використовувати наявні ресурси, що покращує врожайні показники. Це може призвести до збільшення обсягів врожаю та підвищення якості сільськогосподарської продукції, що є критично важливими чинниками для досягнення сталого та ефективного сільського господарства.

Біопрепарати значно впливають на стимуляцію росту та розвитку рослин. Вони можуть бути джерелом корисних мікроорганізмів, які сприяють азотфіксації і підвищують доступність поживних речовин для рослин. Крім того, деякі біопрепарати містять ферменти, що полегшують абсорбцію макро- і мікроелементів, покращують розвиток кореневої системи та підвищують стійкість рослин до стресових умов.

Сьогодні важливим питанням є збереження та поліпшення родючості ґрунтів. Використання біопрепаратів сприяє розкладанню органічних залишків та відновленню структури ґрунту, що допомагає зберегти його родючість. Це особливо актуально в умовах, коли інтенсивне сільське господарство може призвести до виснаження та деградації ґрунтового покриву.

Для забезпечення екологічної безпеки та збереження економічної доцільності сільськогосподарського виробництва оптимальним рішенням є комплексне застосування обох типів препаратів. Поєднання переваг хімічних і біологічних засобів у інтегрованих системах захисту може стати ефективною концепцією екологічної оптимізації рослинництва в найближчому майбутньому.

1.2. Інокулянти та їх вплив на продуктивність бобових культур

Протягом тисячоліть фермери знали, що рослини родини бобових, такі як горох і соя, сприяють покращенню врожайності при вирощуванні разом з небобовими культурами, наприклад, пшеницею. Крім того, після вирощування бобових культур поле наступного року давало значно вищі врожаї небобових рослин. Ці спостереження призвели до розвитку практики сівозміни, яку можна простежити аж до методів, описаних у римській літературі.

Хоча стародавні римляни помічали поліпшення результатів сівозміни, вони не знали, що ці переваги досягалися завдяки поповненню азоту в ґрунті. Пізніше стало відомо, що бобові рослини дійсно збагачують ґрунт азотом, але механізм цього процесу залишався загадкою [12, 13].

Перше наукове пояснення азотфіксації було зроблено одним із засновників агрохімії, французьким ученим Жаном Батистом Буссенго (1802-1887). У середині 19 століття Буссенго проводив експерименти, які довели, що бобові рослини здатні засвоювати атмосферний азот, на відміну від інших культур. Він вирощував бобові в спеціальних посудинах і помітив, що вони залишають у ґрунті більше азоту, ніж забирають, що свідчило про процес азотфіксації.

У своїй роботі, опублікованій у 1838 році, Буссенго помилково припустив, що рослини засвоюють атмосферний азот через листя. Через цю помилку він згодом відмовився від свого відкриття. Пізніше, проводячи експерименти з бобовими рослинами в прожареному піску під скляним куполом, де були відсутні бульбочкові бактерії, Буссенго не спостерігав збагачення ґрунту азотом із повітря, що змусило його сумніватися у своїх початкових висновках.

Герман Хельрігель (1831-1895), німецький агрохімік, продовжив роботу Буссенго і виявив, що бульбочки на коренях бобових рослин є ключовими елементами азотфіксації. У своїх експериментах він вирощував бобові в середовищі без азоту і виявив, що рослини можуть рости тільки тоді, коли на їхніх коренях утворюються специфічні бульбочки. Таким чином, Хельрігель підтвердив, що азотфіксація відбувається через симбіоз рослин і бактерій, хоча йому не вдалося точно визначити, які фактори в бульбочках здійснюють цей процес.

Мартінус Віллем Бейєрінк (1851-1931), голландський мікробіолог і ботанік, зробив вирішальний внесок у мікробіологічне пояснення азотфіксації. Він вивчав механізм цього процесу та виявив, що кореневі бульбочки містять мікроорганізми. У 1888 році Бейєрінк довів, що ці мікроорганізми є бактеріями, і відкрив бактерію *Rhizobium*, яка бере участь у фіксації атмосферного азоту.

Rhizobium проводить хімічні процеси азотфіксації, що є надзвичайно важливими для підвищення родючості ґрунту та продуктивності сільського господарства. Бейєрінк також виявив, що цей симбіоз між рослинами і бактеріями є класичним прикладом взаємодії в природі: бактерії в корневих бульбочках забезпечують бобові рослини доступним азотом, необхідним для їх росту, тоді як *Rhizobium* використовує кореневі бульбочки як середовище для свого розвитку і джерело живлення [6].

Сьогодні відомо, що азотфіксуючі мікроорганізми забезпечують рослини азотом у формі, придатній для засвоєння. Цей елемент є важливим для утворення хлорофілу, який відіграє ключову роль у фотосинтезі – процесі, що перетворює

сонячну енергію на хімічну, забезпечуючи рослину поживними речовинами. Крім того, азот необхідний для синтезу амінокислот, які є будівельними блоками білків, важливих для обміну речовин та накопичення енергії. Недостатня азотфіксація призводить до погіршення живлення рослин, що проявляється в їхньому пожовтінні, витягуванні, в'янненні, уповільненому рості та зрештою загибелі.

Азотфіксуючі бактерії збагачують ґрунт неорганічними сполуками азоту, необхідними для живлення сільськогосподарських культур. Коли ці мікроорганізми гинуть, накопичений у їхній біомасі азот вивільняється в ґрунт, підвищуючи його родючість. Це дозволяє знизити витрати фермерів на хімічні добрива.

Азотфіксуючі бактерії відіграють ключову роль у циклі азоту в природних екосистемах. Вони поглинають азот із атмосфери та перетворюють його в форму, доступну для рослин (процес азотфіксації). Рослини використовують цей азот для свого розвитку (азотна асиміляція). Коли рослини і бактерії відмирають, редуценти розщеплюють азотні сполуки, що призводить до виділення аміаку або амонію (амоніфікація). Потім нітрифікуючі бактерії перетворюють аміак на нітрати (нітрифікація), які споживаються як рослинами, так і денітрифікуючими бактеріями. Останні перетворюють нітрати назад у вільний атмосферний азот, який повертається в повітря (денітрифікація).

Хоча азот є важливим для росту сільськогосподарських культур, надмірна його фіксація може бути шкідливою. Тому важливо збалансувати ротацію культур, що фіксують азот, з тими, що цього не роблять, у процесі сівозміни [7].

У сучасному сільському господарстві частка бобових культур у сівозміні може сягати 20-25%. Хоча бактерії роду *Rhizobium* здатні існувати самотійно в ґрунті, вони не можуть фіксувати атмосферний азот без симбіозу з бобовими рослинами. Тільки у співпраці з бобовими ці бактерії виконують свою основну функцію – фіксацію азоту.

Отже, хоча бактерії можуть виживати окремо, для азотфіксації їм потрібен зв'язок із бобовими культурами. Щоб забезпечити ефективну фіксацію азоту,

насіння бобових перед посадкою обробляють препаратами, що містять високу концентрацію бульбочкових бактерій. Цей процес називається інокуляцією [29].

Ефективність процесу засвоєння азоту з повітря залежить від багатьох факторів. Першим і основним є висока вірулентність, яка свідчить про якість інокулянта. Важливим фактором є також вологість ґрунту: вона має бути в межах 60-70% від повної вологоємності. Мінімальна допустима вологість, за якої бульбочкові бактерії можуть функціонувати, становить 16-18% від повної вологоємності. Якщо рівень вологи опускається нижче, бактерії переходять у неактивний стан, а їх частина може відмирати. Надмірна вологість також є несприятливою, оскільки порушує повітряний обмін у ґрунті, що негативно впливає на розвиток бактерій.

Процес азотфіксації відбувається за температури від $+10^{\circ}\text{C}$, а оптимальним діапазоном для максимальних результатів є $20-25^{\circ}\text{C}$. При температурі понад 30°C ефективність азотфіксації знижується.

Другим важливим фактором є рівень кислотності ґрунту, який впливає на активність та вірулентність бульбочкових бактерій. В кислих ґрунтах сполуки марганцю та алюмінію чинять токсичний вплив на кореневу систему, що знижує доступність таких важливих елементів, як кальцій, фосфор, молібден та вуглекислота, негативно впливаючи на процеси засвоєння азоту. Оптимальним є рівень кислотності ґрунту, наближений до нейтрального.

Кислий ґрунт погіршує як розвиток кореневої системи рослин, так і діяльність бульбочкових бактерій, зменшуючи період їх активної роботи та обсяги азотфіксації. Важливо зазначити, що молібден, ключовий мікроелемент для бобових рослин, краще засвоюється в ґрунтах із нейтральною реакцією.

Спостерігається певна екологічна адаптація видів і штамів бульбочкових бактерій до рівня кислотності ґрунту. Наприклад, бульбочкові бактерії, які живуть на конюшині, є більш стійкими до підвищеної кислотності, ніж бактерії, що

розвиваються на люцерні, яка зазвичай вирощується на нейтральних або слабколужних ґрунтах.

Третім важливим аспектом є умови мінерального живлення бобових рослин. Ці умови суттєво впливають на процес азотфіксації, оскільки бульбочкові бактерії отримують необхідні елементи живлення та вуглеводи від рослин-господарів [8].

Створення ефективного біологічного препарату, який працював би в різних умовах, потребує наукового підґрунтя. Вчені компанії VTU, плануючи виготовити інокулянти для різних бобових культур, розпочали з пошуку необхідних штамів мікроорганізмів і їх тестування на основні якості.

Основними етапами є:

1. Селекція бактерій – відбір тих, які генетично сумісні з певними бобовими культурами.

2. Вибір найактивніших штамів за такими критеріями:

- Вірулентність – здатність проникати в коріння рослин і утворювати продуктивні бульбочки.

- Активність симбіозу – порівняння з місцевими штамми мікроорганізмів.

- Азотфіксуюча активність – ефективність фіксації азоту.

Усі бобові рослини можуть формувати симбіотичні відносини з бульбочковими бактеріями, причому кожен вид рослин має свою спорідненість до певних видів бактерій. Наприклад, горох взаємодіє з бульбочковими бактеріями *Rhizobium leguminosarum*, а соя – з *Bradyrhizobium japonicum*.

Другим важливим аспектом у виробництві біоінокулянтів є швидкість росту різних бульбочкових бактерій. Швидкоростучими є бульбочкові бактерії гороху, конюшини, люцерни, кормових бобів, вики, сочевиці, чини, буркуну, квасолі та нуту. У той час як до повільно ростучих належать бульбочкові бактерії люпину, сої та арахісу. Швидкість росту бактерій впливає на терміни виготовлення препаратів. Мікробіологи та біотехнологи повинні чітко знати, скільки часу потрібно для досягнення максимальної концентрації бактерій. Це важливо, оскільки

концентрація бактерій у 1 мл препарату впливає на формування симбіозу. Дослідження показали, що для успішного симбіозу достатньо 0,5-1 млрд бактерій. Однак вища концентрація клітин потрібна для тривалого зберігання та транспортування препаратів.

Третім важливим аспектом є постійний контроль якості препаратів. Ведуться протоколи на кожному етапі виробництва. Перевіряється сировина, проводиться санітарна обробка виробничих приміщень, контролюються процеси стерилізації обладнання, води та повітря, а також культивування штамів, фасування та зберігання продукції. Мікробіологи контролюють чистоту культури та її автентичність на всіх етапах виготовлення. Лише так можна гарантувати, що препарат міститиме саме той штам.

Отже, виробництво інокулянтів – це складний, багатофакторний та багатоступеневий процес, що вимагає високого професіоналізму та досвіду [9].

Сьогодні в Україні на ринку представлено різноманітні інокулянти, які випускаються в твердих і рідких формах. Для сухих бактеріальних добрив зазвичай використовують торф або вермикуліт як субстрат, а для кращого зчеплення з насінням додають прилипач. Рідка форма інокулянту зазвичай містить два компоненти: штам бульбочкових бактерій у рідкому живильному середовищі та суміш фізіологічно активних речовин з мікро- та макроелементами, що забезпечують виживання бактерій на обробленому насінні протягом певного часу. Основною вимогою до інокуляції насіння є забезпечення рівномірного розподілу біопрепарату по всій масі насіння [10].

Внесення інокулянтів призводить до збільшення врожайності культур, покращує агрохімічні та фізичні властивості ґрунту, знижує витрати на азотні добрива, а також підвищує вміст білка, жирів і вітамінів групи В у рослинах. Окрім штамів бульбочкових бактерій, препарати містять макро- і мікроелементи, а також біологічно активні продукти їхньої життєдіяльності, що підсилює ефективність інокулянтів.

Для покращення вирощування сої компанія VTU у своєму науково-дослідному центрі, Інституті прикладних біотехнологій, розробила п'ять інокулянтів у торф'яній та рідкій формах: Біоінокулянт-БТУ® (торф'яний та рідкий), Андерізі® (торф'яний та рідкий), а також Різолайн® (у рідкій формі) [11].

Серед фермерів у 2024 році найпопулярнішими були Різолайн® і Біоінокулянт-БТУ® у торф'яній формі.

1.3. Соя: основні біологічні риси та її роль у сучасному землеробстві

Соя є однією з найважливіших зернобобових культур у світі, відомою своїм високим вмістом білка (30-55%), жиру (13-26%) та крохмалю (20-32%). Завдяки багатому складу амінокислот та значній кількості білка, вона є чудовою альтернативою продуктам тваринного походження в раціоні людини. Окрім цього, соя є важливою технічною культурою, посідаючи перше місце у світовому виробництві рослинної олії, яка містить важливі для організму ненасичені жирні кислоти, що сприяють зниженню рівня холестерину, покращують роботу мозку та зору [23].

Соева олія засвоюється на 98% і є багатою на насичені та ненасичені жирні кислоти. Особливо важливими для людини є лінолева (43-59%) та ліноленова (0,5-12,5%) кислоти, які не виробляються в організмі і повинні надходити з їжею. З насичених жирних кислот у соєвій олії присутні пальмітинова та стеаринова кислоти, які також мають велике значення для промисловості [24].

Соя – це не лише харчова, а й цінна кормова культура. Її використовують для годівлі тварин у різних формах: макуха, шрот, дерть, соєве молоко, білкові концентрати, зелений корм, сіно, солома та силос. В агротехнічному аспекті, соя має здатність фіксувати азот із повітря, залишаючи в ґрунті значні об'єми біологічно фіксованого азоту (60-90 кг/га), що робить її чудовим попередником для інших культур [21].

Соеве зерно містить широкий спектр поживних речовин, серед яких білки, вуглеводи, клітковина, вітаміни та мінерали. Проте використання сирової сої в їжу небезпечно через наявність антипоживних речовин, таких як інгібітори протеаз та уреаз, які можуть бути токсичними та викликати захворювання підшлункової залози. Незважаючи на це, ці речовини захищають рослину від шкідників під час вегетації [23].

Соя, вирощувана протягом тисячоліть у Китаї, нині є однією з основних білково-олійних культур у багатьох країнах, зокрема в Україні, де спостерігається стрімкий ріст її популярності серед аграріїв.

Соя походить зі Східної Азії, де її почали вирощувати ще за 6 тисяч років до нашої ери. Китай вважається батьківщиною сої, де її поживні властивості були відкриті і використовувались як заміник м'ясних та молочних продуктів. Згодом культура поширилася в Корею, Японію, Індію, а в Європу соя потрапила лише у XVIII столітті. Сьогодні соя вважається культурою XXI століття, завдяки її широкому застосуванню у харчовій промисловості, кормовиробництві та виробництві олії [30].

Україна займає провідні позиції в Європі за посівними площами сої та обсягами її валового виробництва. На 2024 рік припав справжній «соевий бум», що свідчить про значний інтерес до цієї культури серед фермерів та підприємців.

Щодо хімічного складу, соя має унікальні властивості. Її зерно містить 35-50% білка, 13-26% жиру, 20-32% вуглеводів та безліч вітамінів, мінералів та інших корисних речовин. Серед найважливіших для людини компонентів – кальцій, фосфор, вітаміни групи В, Е, К та інші, які позитивно впливають на здоров'я і добре засвоюються організмом [23].

З іншого боку, сира соя може бути шкідливою для організму через наявність антипоживних речовин, таких як інгібітори трипсину і хемотрипсину, які знижують ефективність перетравлення білків. Ці речовини також можуть викликати алергічні

та ендокринні порушення. Однак вони відіграють важливу роль у природному захисті рослин від хвороб та шкідників під час вегетації [31].

Таким чином, соя є універсальною культурою, важливою як для харчування людей, так і для сільського господарства, завдяки своїм поживним властивостям і здатності поліпшувати стан ґрунту для подальшого вирощування інших культур.

Соя – це однорічна трав'яниста рослина зі стрижневою кореневою системою. Основний корінь короткий, але від нього відходить багато бічних корінців, що складають близько 60% загальної маси кореневої системи, і проникають у ґрунт на глибину до 2 метрів. Основна маса коренів зосереджена у верхньому орному шарі.

За сприятливих умов на коренях утворюються бульбочки, які містять бактерії *Rhizobium japonica* та *Bradyrhizobium*. Завдяки їхній симбіотичній діяльності в ґрунті залишається 80-120 кг/га азоту. Через 5-7 днів після посіву з'являються сім'ядолі, а ще через 3-4 дні – примордіальні листки.

Стебло сої прямостояче, розгалужене, вкрито опушенням, зростає до 60-110 см залежно від сорту. За характером росту виділяють два типи: недетермінантний, який продовжує ріст і утворення нових генеративних органів за сприятливих умов, та детермінантний, де ріст стебла припиняється після формування верхівкової китиці.

Листки трійчасті, з центральним симетричним листком і двома асиметричними бічними. Кількість листків на рослині може варіюватися від 15 до 170. Забарвлення опушення і черешків варіюється залежно від сорту, часто буруватого, жовтого або сірого кольору.

Соя має квітки, що розвиваються в суцвіттях, і є самозапильною культурою. Її квітки невеликі, з білим або фіолетовим віночком. Після запилення формується біб, в якому міститься від 2 до 3 насінин. Висота прикріплення нижніх бобів коливається від 2 до 17 см, і чим вища прикріпленість, тим менші втрати під час збору врожаю.

Насіння сої має різну форму – від кулястої до видовженої. Більшість маси насінини становлять сім'ядолі. Забарвлення оболонки насінини варіюється від жовтого до чорного або бурштинового кольору.

Вегетаційний період сої триває 100-160 днів і ділиться на три основні фази: ріст вегетативних органів, утворення генеративних органів, формування та досягання плодів. Виділяють такі основні етапи розвитку: проростання насіння, сходи, утворення першого трійчастого листка, гілкування, бутонізація, цвітіння, формування бобів, пожовтіння і досягання.

Соя відноситься до теплолюбних рослин, для проростання її насіння потрібна мінімальна температура 7-8°C, а оптимальна – 15-20°C. Сходи сої витримують короткочасні заморозки до -2°C. Оптимальні умови для розвитку культури включають температури вище 15°C і рівень вологості ґрунту 75-80%. Недостатнє водопостачання під час цвітіння та формування бобів може призвести до опадання квіток і зменшення врожайності.

Соя належить до рослин короткого дня, тому для успішного вирощування необхідна правильна довжина світлового дня. Забур'янені посіви значно знижують врожайність, особливо у перші 40-50 днів розвитку, коли закладаються генеративні органи.

Найкращими ґрунтами для вирощування сої є чорноземи, темно-сірі та каштанові ґрунти з нейтральною реакцією (рН 6,5-7,0) і високим вмістом органічних речовин. Якщо ґрунт не відповідає цим умовам, врожайність може знижуватись.

Коренева система сої функціонує найкраще за умови загальної пористості ґрунту 52% і аерації не менше 20-22% [23,32].

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика місця проведення досліджень

Назва підприємства – ТДВ «Терезине». Господарство було засноване у 1991-му році. Знаходиться у селищі міського типу Терезине, Білоцерківського району, Київської області. Землі також розташовані на території села Вільна Тарасівка. Основний вид діяльності – вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур.

Господарство знаходиться на відстані 70 км від обласного центру м. Київ. Відстань до найближчої залізничної станції (ст. Біла Церква) – 9,6 км. До найближчого шосе майже 4 км.

Склад земельних угідь господарства наведені в табл. 1.

Таблиця 2.1

Склад земельних угідь господарства

Земельні угіддя	Площа, га
Рілля	4119
Сади	26,5
Під громадськими будівлями	150,3
Лісосмуги	73,2
Всього землі	4369

В господарстві вирощують наступні культури:

1. Озимий ячмінь – 538 га
2. Озима пшениця – 535 га
3. Соняшник – 723 га
4. Кукурудза на зерно – 1022 га
5. Кукурудза на силос – 541 га
6. Соя – 515 га
7. Люцерна – 245 га

2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов господарства

2.2.1. Погодно-кліматичні умови господарства

ТДВ «Терезине» розташоване в частині Київської області, яка відноситься до лісостепової зони, де клімат є помірно-континентальним і досить м'яким. Зими тут зазвичай малосніжні та нестійкі, з відносно теплими температурами, а літо – тепле й помірно вологе. Середньорічна температура по області коливається в межах 7,7-8,4°C. Середня температура січня становить -3,0-3,9°C, а в липні досягає 19,9-20,8°C.

Абсолютний мінімум температури на території господарства за 2023-2024 роки за нашими спостереженнями був зафіксований у січні 2024 року, який складав -16,5°C, тоді як абсолютний максимум – у липні того ж року – 36,7°C.

Зимовий період на території Київщини триває приблизно 91-97 днів, з кінця листопада до початку березня, коли відбувається перехід температури через 0°C і розпочинається весняне потепління.

Вегетаційний період, коли середньодобові температури перевищують 5°C, триває 210-218 днів. Він починається приблизно з 28 березня – 2 квітня і триває до 29 жовтня – 2 листопада, причому сума позитивних температур за цей час варіюється від 3050°C на півночі області до 3200°C на півдні.

Активний вегетаційний період, під час якого середні добові температури досягають 10°C і вище, триває 165-170 днів, змінюючись залежно від погодних умов окремих років від 145 до 190 днів. Цей період зазвичай триває з 19-21 квітня до 3-7 жовтня, а сума позитивних температур вище 10°C коливається від 2720°C на півночі до 2860°C на півдні, із можливими варіаціями від 2500°C до 3200°C в окремі роки.

Середньорічна кількість опадів у Київській області становить 600 мм, варіюючись від 548 до 641 мм залежно від регіону. Близько 70 % від цієї кількості випадає в теплий період року, що створює позитивний водний баланс у ґрунті. Однак, у районах Полісся, де ґрунти легкі з високою водопроникністю, та на

яружно-балкових ландшафтах Лісостепу, часто спостерігаються ґрунтові посухи, які негативно впливають на ріст і розвиток сільськогосподарських культур.

Перші осінні заморозки починаються в кінці другої декади вересня, тоді як останні весняні заморозки відбуваються в кінці першої декади травня. Безморозний період у повітрі триває в середньому 148-180 днів, на поверхні ґрунту – 144-154 днів, а на торф'яниках – близько 120 днів.

У вегетаційний період спостерігається від 3 до 9 днів із суховіями різної інтенсивності. Окрім цього, на території області у цей період можуть відбуватися й інші несприятливі погодні явища, такі як град, сильний вітер, зливи та дуже сильний дощ.

Сніговий покрив утворюється наприкінці листопада – на початку грудня й зазвичай руйнується в другій декаді березня. Його середня тривалість складає 68-89 днів, а висота снігу зазвичай коливається від 9 до 13 см, хоча в окремі роки може досягати 28-63 см. В останні десятиріччя спостерігається тенденція до нестабільного або взагалі відсутнього снігового покриву взимку.

Глибина промерзання ґрунту взимку варіюється від 29 см до 42 см. Узимку часто спостерігаються відлиги, кількість днів з якими коливається від 46 до 51 за період грудень-лютий. Тривалі відлиги, що тривають понад 5 днів, можуть знижувати морозостійкість озимих культур через порушення їх зимового спокою. Якщо після відлиги на полях залишається сніговий покрив, існує ризик його руйнування та утворення льодяної кірки, яка може бути небезпечною для посівів. Льодяна кірка товщиною понад 10 мм, що залягає протягом трьох декад і більше, спостерігається приблизно раз на десять років у 10 % випадків.

Отже, клімат Київської області загалом сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур завдяки помірно-континентальному клімату, достатній кількості опадів і тривалому вегетаційному періоду. Але існують певні ризики, які загострюються через глобальне потепління: нестабільний сніговий покрив у зимовий період, ранні чи пізні заморозки, ґрунтові посухи, а також рясні

дощі і можливий град у період активної вегетації рослин. Ці чинники негативно впливають на ріст та розвиток культур, і саме їх ми спостерігали протягом років досліджень.

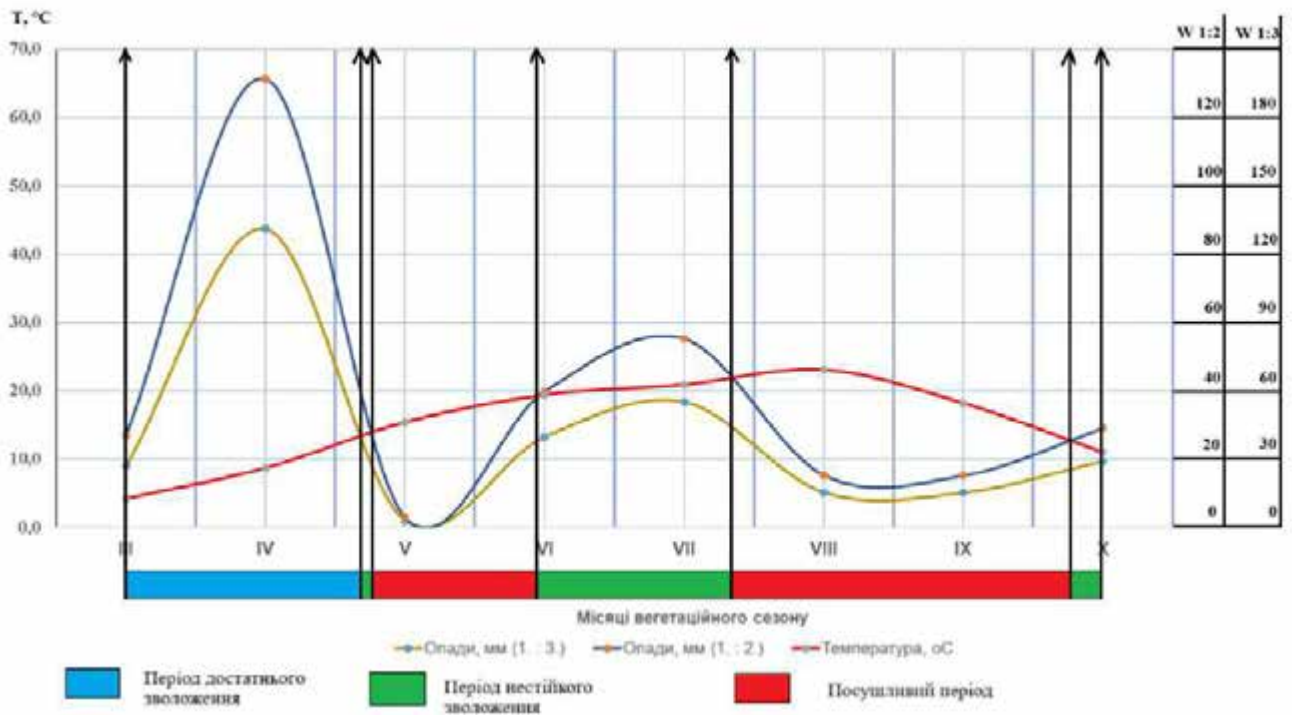


Рис. 2.1. Кліматограма вегетаційного сезону 2023 року ТДВ «Терезине» Київської області

Аналізуючи кліматограму вегетаційного сезону 2023 року, можна зробити висновок, що погодні умови не відповідали типовим характеристикам зони Лісостепу. На початку сезону спостерігалась значна кількість опадів, що забезпечило сприятливі умови для початкових етапів вегетації рослин. Однак з травня по вересень встановився посушливий період, який лише на короткий час у червні-липні змінився фазою нестійкого зволоження. Проте опади в цей період були у вигляді злив.

Посушливий період створив стресові умови для рослин, які вимагали стабільних опадів. Це призвело до вповільнення росту і негативно вплинуло на загальну врожайність культур.

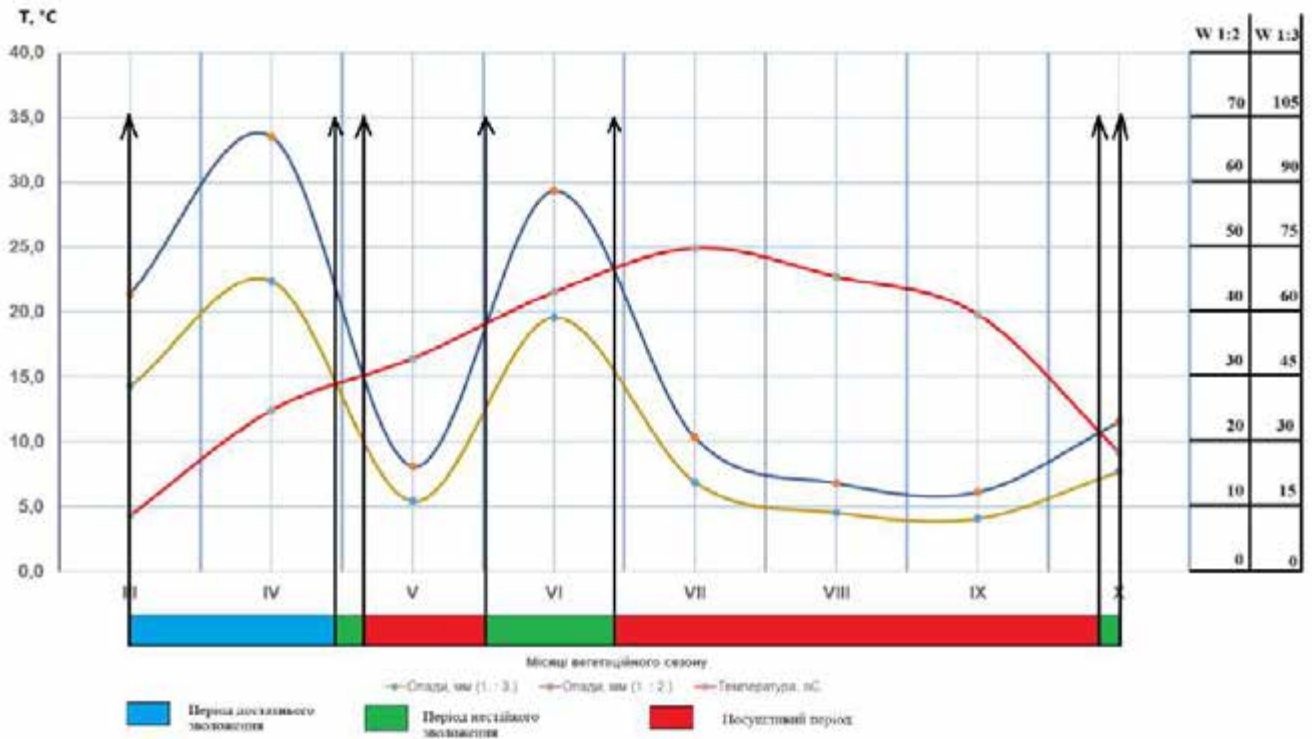


Рис. 2.2. Кліматограма вегетаційного сезону 2024 року ТДВ «Терезине» Київської області

Аналізуючи кліматограму вегетаційного сезону 2024 року, можна зробити кілька важливих висновків. Перш за все, ми бачимо, що середня температура протягом вегетаційного періоду зросла на декілька градусів порівняно з попереднім роком, що свідчить про вплив глобального потепління. Підвищення температури впливає на періоди росту та розвитку рослин, спричиняючи підвищене випаровування.

Окрім того, кліматограма демонструє значне збільшення посушливого періоду під час активної фази вегетації, що створює стресові умови для сільськогосподарських культур. Загальна кількість опадів за сезон помітно зменшилася порівняно з минулим роком.

Протягом вегетаційного періоду з березня по жовтень 2023 року було зафіксовано 315 мм опадів, що є дещо нижчим за середню багаторічну норму, яка складає 335 мм. Цьогоріч ми спостерігали тільки 254 мм опадів, які, як і минулого

року, були нерівномірними, основна їх кількість випала на початку вегетаційного періоду.

Також, у травні та червні спостерігалися випадки граду, які завдали шкоди посівам ярих, в тому числі і досліджуваній культурі. Така погода призвела до зниження врожайності через пошкодження рослин та недостачу води під час критичних фаз росту.

2.2.2. Ґрунтові умови господарства

Ґрунти Київської області вирізняються значною різноманітністю та просторовою неоднорідністю. Територія, розташована на межі Полісся та Лісостепу, характеризується наявністю опідзолених ґрунтів, серед яких чорноземи, сірі, світло-сірі та темно-сірі ґрунти. Родючість ґрунтів поступово зростає від світло-сірих до опідзолених чорноземів.

У Білоцерківському районі, де розташоване господарство ТДВ «Терезине», сформувалися кілька основних типів ґрунтів, зокрема чорноземи типові та опідзолені, сірі лісові, дерново-опідзолені, чорноземи лучні, дернові й болотні. Найпоширеніші на полях господарства – чорноземи типові, які вирізняються якісною структурою, високим вмістом карбонатів і добре розвинутим гумусовим горизонтом глибиною понад 40 см. Ці ґрунти мають слабокислу реакцію середовища та підходять для вирощування широкого спектра сільськогосподарських культур.

Чорноземи утворилися під лучно-степовою рослинністю, тоді як сірі опідзолені ґрунти сформувалися під лісами. Лугово-болотні ґрунти розвивалися на алювіальних відкладах, переважно в заплавах річок і заболочених низинах.

Деякі поля господарства піддаються ерозійним процесам, що викликані зовнішніми факторами, такими як розмивання талими водами, дощі та вивітрювання, що загострюється через неправильний обробіток схилів.

За гранулометричним складом чорноземи здебільшого є суглинковими, причому в їх профілях відсутні суттєві зміни мулистої фракції, за винятком опідзолених варіантів. Хімічний склад чорноземів відзначається рівномірним розподілом діоксиду кремнію (SiO_2) та оксидів металів (R_2O_3), за винятком опідзолених чорноземів. Гумус у цих ґрунтах становить до 12%, а його профіль акумулятивний, що сприяє збереженню родючості.

Чорноземи мають відмінні фізико-хімічні властивості. Вони характеризуються потужним ґрунтово-поглинальним комплексом із високою ємністю поглинання (30-70 мг·екв), майже повністю насиченим кальцієм та магнієм. Реакція середовища нейтральна або слаболужна, що сприяє високій буферності ґрунтів. Завдяки добрій водопроникності та вологоємності, ці ґрунти мають сприятливий тепловий режим, добре зберігають тепло й оптимально поглинають сонячну енергію. Водночас водний режим чорноземів є основним лімітуючим фактором родючості, що впливає на їхнє використання в сільському господарстві.

Отже, ґрунтові умови господарства ТДВ «Терезине» представлені чорноземами типовими. Вони мають сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, хоча є певні виклики, пов'язані з водним режимом і ерозійними процесами.

2.3. Програма і методика досліджень

Об'єкт дослідження – посіви сої, які вирощуються після різних попередників та з використанням інокулянтів українського виробництва на території господарства ТДВ «Терезине».

Предмет дослідження – вплив попередників та різних інокулянтів українського виробника «ВТУ» на посівні якості, біометричні показники посівів, урожайність за інтегрованої системи вирощування та економічну ефективність досліджуваної культури.

Мета дослідження – дослідити і встановити найбільш оптимальне застосування інокулянтів для вирощування сої в залежності від попередників в умовах господарства ТДВ «Терезине» Білоцерківського району, Київської області.

Завдання досліджень:

1. Встановити вплив попередників, зокрема озимої пшениці й соняшника, на формування врожайності сої;
2. Дослідити вплив інокулянтів Різолан з біопротектором Різосейв та Біоінокулянт БТУ українського виробництва на формування врожайності сої;
3. Виявити залежність урожайності досліджуваної культури від використання різних інокулянтів при різних попередниках;
4. Порівняти економічну доцільність застосування вищезгаданих біологічних препаратів при різних попередниках.

Програмою досліджень передбачалось вивчення впливу попередників та інокулянтів на формування врожайності сої в умовах господарства, зокрема:

1. Спостереження за культурою та показниками її врожайності:
 - фенологічні спостереження за ростом і розвитком (висота рослин, густота стояння) в залежності від попередників;
 - фенологічні спостереження за ростом і розвитком (висота рослин, густота стояння) в залежності від попередників та застосування інокулянтів;
 - визначення біологічного урожаю сої та його структури (висота та маса рослини, кількість ярусів бобів, висота прикріплення нижнього боба, кількість бобів на рослині, маса бобів, маса зерна із рослини, маса 1000 зерен);
 - визначення економічної ефективності вирощування сої.

Дослідні ділянки були закладені на посівах сої в умовах господарства на території селища Терезине, Білоцерківського району, Київської області.

Схема дослідів

Фактор А (Попередник)	Фактор В (Інокулянт: норми внесення)
Озима пшениця	Різолاین+Різосейв (2+0,5 л/т насіння)
	Різолاین+Різосейв (3+0,5 л/т насіння)
	Біоінокулянт БТУ (2 кг/т насіння)
	Біоінокулянт БТУ (3 кг/т насіння)
	Контроль (без внесення інокулянту)
Соняшник	Різолاین+Різосейв (2+0,5 л/т насіння)
	Різолاین+Різосейв (3+0,5 л/т насіння)
	Біоінокулянт БТУ (2 кг/т насіння)
	Біоінокулянт БТУ (3 кг/т насіння)
	Контроль (без внесення інокулянту)

Фактор А – попередник:

1. Осима пшениця
2. Соняшник

Фактор В – інокулянти та їхні норми внесення:

1. Різолاین+Різосейв (2+0,5 л/т насіння)
2. Різолاین+Різосейв (3+0,5 л/т насіння)
3. Біоінокулянт БТУ (2 кг/т насіння)
4. Біоінокулянт БТУ (3 кг/т насіння)
5. Контроль (без внесення інокулянту)

2.4. Технологія в дослідів

Агротехніка, яка застосовувалась для вирощування сої в господарстві, загальноприйнята для зони Лісостепу.

Досліди були закладені на фоні традиційної системи землеробства.

Під сою в господарстві запроваджувалась наступна система обробітку ґрунту:

1. В день збирання соняшника – подрібнення решток дисковими боронами на глибину 8-10 см. В подальшому проводилось розпушування ґрунту на 30 см дисколаповим агрегатом. Навесні, коли ґрунт досягнув фізичної стиглості, відбувалось закриття вологи зубовими боронами, а за день до посіву – культивація на 5-7 см.

2. В день збирання озимої пшениці проводилось подрібнення решток на 6-8 см. Наступним етапом також було розпушування ґрунту дисколаповим агрегатом, але тільки вже на 28 см глибини. Навесні заходи обробітку ґрунту були ідентичні до заходів обробітку після збирання соняшника.

Сорт, який висівався в господарстві, був відібраний відповідно до ґрунтово-кліматичних умов Київської області – ультраранній сорт 0035. Оригінатор – Pride Seeds, Канада.

Даний сорт представляє високу стійкість до несприятливих умов та хвороб, до вилягання та розтріскування стручків. Висота рослин 80-110 см, а прикріплення нижнього бобу – 12-15 см. Стебло прямостояче у вигляді середнього конуса – гілкується. Вміст протеїну складає 42%. Рекомендована густина посіву 750-850 тис. шт/га (110-120 кг/га) . Технологічний потенціал урожайності – 37-40 ц/га.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Ріст і розвиток сої залежно від попередників

У процесі онтогенезу рослини проходять етапи росту і розвитку, які супроводжуються якісними та кількісними змінами в їхньому організмі. Основні етапи росту і розвитку сої включають: проростання насіння; сходи; перша пара справжніх листків; гілкування; бутонізація; цвітіння; утворення бобів; дозрівання і повна стиглість [21].

Вибір попередника для сої є ключовим фактором, що впливає на її продуктивність. Рослини сої мають особливі вимоги до ґрунту, вологості та доступності поживних речовин, і попередник може значно вплинути на ці фактори.

Деякі культури, такі як зернові, залишають у ґрунті поживні рештки, які не виснажують ґрунт, а навпаки – сприяють його збагаченню. Вибір таких культур як попередників для сої може допомогти зберегти або навіть підвищити вміст поживних речовин, зокрема азоту, необхідного для росту сої.

Вирощування сої після культур, які не мають спільних з нею шкідників та хвороб, знижує ймовірність інфекційного навантаження на рослину. Наприклад, вирощування сої після зернових може зменшити ризик ураження сої грибковими захворюваннями та шкідниками, оскільки багато з них не здатні виживати на залишках зернових культур.

Попередники з розвиненою кореневою системою можуть покращувати структуру ґрунту, забезпечуючи його аерацію та водопроникність. Це сприяє створенню оптимальних умов для розвитку кореневої системи сої, підвищуючи її стійкість до посухи та сприяючи кращому засвоєнню поживних речовин.

Також варто зазначити, що правильно підібраний попередник створює умови для розвитку бульбочкових бактерій, які є важливими для азотфіксації у сої. Це особливо важливо для культур, що потребують великої кількості азоту. Наприклад, озима пшениця як попередник сприяє створенню сприятливого ґрунтового

середовища для симбіотичних бактерій, що допомагає сої отримувати необхідний азот.

Деякі попередники, такі як соняшник, виснажують ґрунтові ресурси, в тому числі й вологу. Це може призвести до нестачі вологи для сої, що особливо відчутно в посушливих умовах. Тому слід уникати попередників, які сильно виснажують запаси води у ґрунті [18].

Отже, правильний вибір попередника є одним із ключових елементів у технології вирощування сої. Це не лише сприяє підвищенню врожайності, а й дозволяє зменшити кількість внесених добрив, зберегти вологу в ґрунті та підвищити стійкість рослин до стресів. Розуміння впливу попередніх культур дозволяє оптимізувати сівозміну, покращити якість ґрунту та підвищити економічну ефективність вирощування сої.

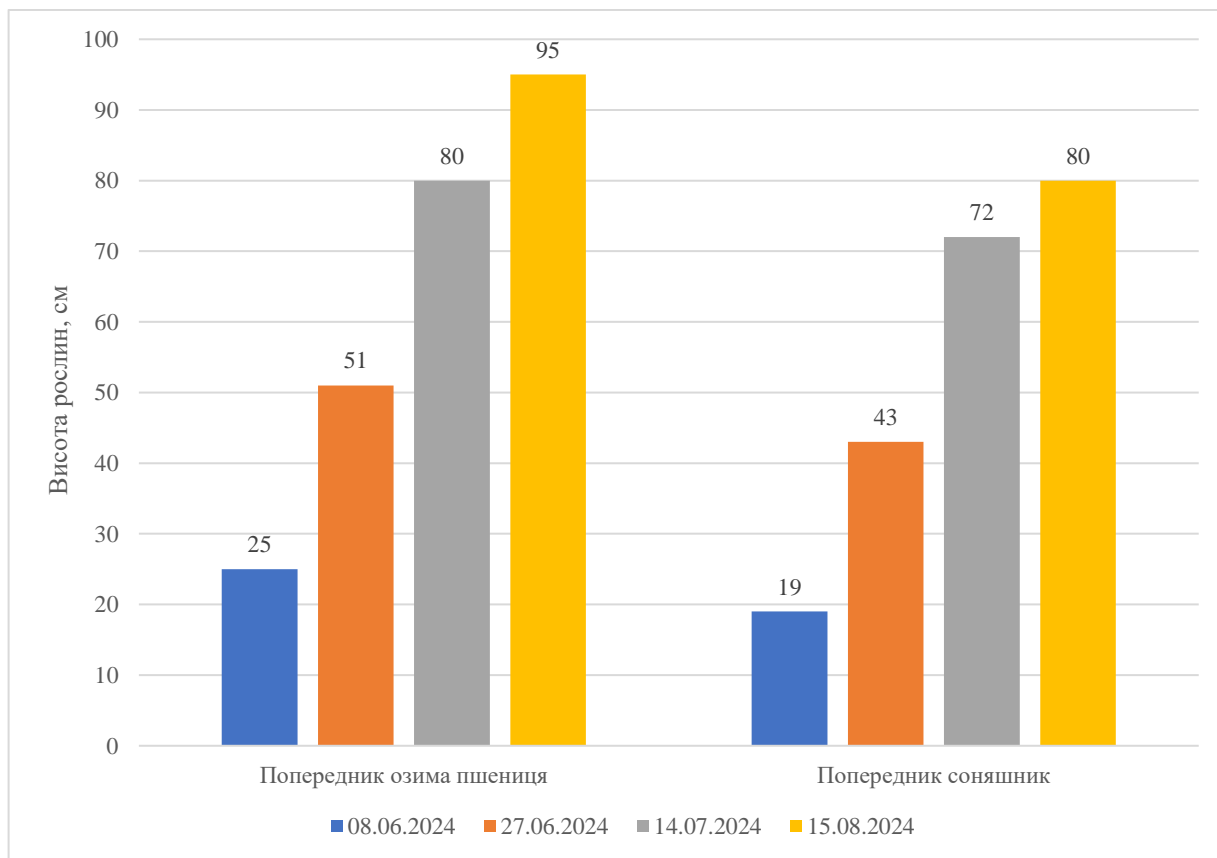


Рис. 3.1. Динаміка наростання висоти рослин сої після попередників

У рамках досліджень було визначено висоту рослин сої на різних фенологічних фазах (рис. 3.1). Спостереження проводилися з метою виявлення закономірностей розвитку культурних рослин за традиційної системи землеробства після різних попередників, таких як озима пшениця та соняшник.

Отже, аналізуючи даний графік, можна зробити висновок, що при традиційній системі землеробства після попередника соняшника рослини сої відстають у рості та розвитку від тих, що вирощувались після пшениці озимої.

На це є декілька причин. По-перше, соняшник активно поглинає поживні речовини з ґрунту, особливо азот, фосфор і калій, що може призводити до виснаження ґрунту. Внаслідок цього знижується доступність необхідних елементів для сої, що, своєю чергою, впливає на її висоту та продуктивність.

По-друге, після соняшника можуть залишатися патогени (наприклад, білі гнилі, фомоз, фомопсис) та шкідники, які негативно впливають на наступні культури, включаючи досліджувану культуру.

Озима пшениця, навпаки, сприяє збереженню вологи в ґрунті: після цього попередника волога зберігається краще, що є критично важливим для сої, особливо на початкових етапах росту. Соняшник, завдяки своїй глибокій кореневій системі, витрачає велику кількість вологи.

Крім того, озима пшениця не завдає шкоди ґрунту: після збирання залишається достатньо поживних решток, які покращують структуру ґрунту і підтримують його родючість. Це створює сприятливі умови для росту і розвитку посівів сої.

3.2. Вплив інокулянтів на ріст та розвиток сої

Інокулянти значно впливають на ріст і розвиток сої, забезпечуючи їй кращий доступ до азоту – одного з ключових елементів для росту та підвищення продуктивності. Інокулянти містять бактерії роду *Rhizobium*, які взаємодіють з корінням сої, утворюючи бульбочки, де відбувається фіксація атмосферного азоту.

Цей процес забезпечує рослину додатковими живильними речовинами, що стимулює її розвиток навіть за умов обмежених ресурсів у ґрунті [10].

Вплив інокулянтів на рослини сої можна підсумувати в таких аспектах:

Поліпшення доступу до азоту. Інокулянти сприяють накопиченню азоту у формі, доступній для рослин, що дозволяє уникати застосування великої кількості мінеральних добрив. Це особливо важливо для зменшення витрат на добрива та покращення якості ґрунту.

Активний розвиток кореневої системи. Інокулянти стимулюють формування розгалуженої та потужної кореневої системи, що підвищує здатність рослини поглинати вологу й поживні речовини. Це актуально в ситуаціях, коли ґрунт має обмежену кількість доступного азоту, наприклад, після виснажливих попередників, таких як соняшник. Розвинена коренева система робить сою більш стійкою до стресів, зокрема до посухи, оскільки коріння здатне проникати в глибші шари ґрунту, де ще зберігається волога.

Підвищення врожайності. Завдяки покращенню постачання азотом і загальному зміцненню рослин інокуляція сприяє збільшенню врожайності.

Покращення якості продукції. Інокулянти позитивно впливають на вміст білка в сої, що робить її більш поживною та цінною культурою для кормових і харчових потреб [9].

Використання інокулянтів є ефективним заходом для вирощування сої, що дозволяє збільшити її врожайність, зменшити витрати на азотні добрива і покращити якість продукції.

Тому використання інокулянтів може сприяти кращому росту та розвитку сої, зокрема збільшенню її висоти, кількості бобів, особливо на полях після виснажливих попередників, таких як соняшник (рис. 3.2).

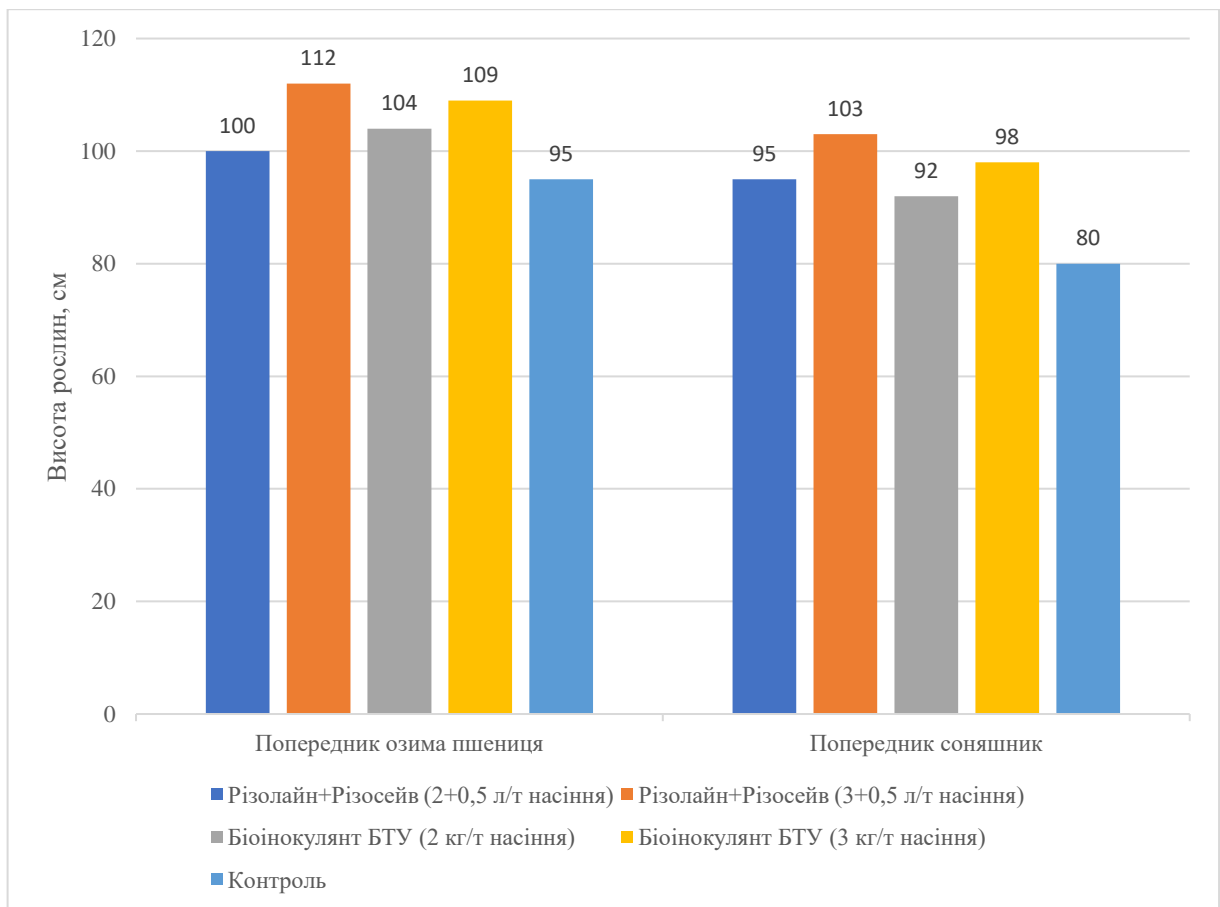


Рис. 3.2. Динаміка наростання висоти рослин сої за внесення різних норм інокулянтів

Аналізуючи представлений графік, можна зробити висновок, що використання інокулянтів позитивно впливає на висоту рослин сої. Зокрема, різні інокулянти сприяють більш інтенсивному росту, порівняно з контрольним варіантом, де препарати не застосовувалися. Найбільшу висоту рослин спостерігаємо при застосуванні Різолайн та біопротектора Різосейв в дозі 3 + 0,5 л/т насіння, особливо на полі з попередником озима пшениця, де висота рослин досягає 112 см.

На полях, де попередником була озима пшениця, рослини сої досягли вищих показників у всіх варіантах із застосуванням інокулянтів, порівняно з полями після соняшника. Зокрема, контрольна група після соняшника показала найменшу висоту – 80 см.

Інокулянти мають значний вплив на висоту рослин сої, особливо на полях після озимої пшениці. Використання препаратів Різолан та Різосейв в найвищій дозі покращує показники росту і продуктивності в цілому. Попередник соняшник негативно впливає на ріст та розвиток сої, знижуючи висоту рослин у порівнянні з пшеницею, що вказує на важливість підбору попередників для досягнення оптимальних результатів у вирощуванні сої.

3.3. Роль попередників і інокулянтів на формування густоти посівів сої

Густота стояння – це показник, що відображає кількість рослин на одиницю площі (на гектар) і є важливим фактором для досягнення високої врожайності.

Якщо густота занадто висока, рослини конкурують між собою за світло, воду і поживні речовини, що може призвести до зниження продуктивності. Якщо занадто низька – відбувається неповне використання площі, що також знижує продуктивність [31].

Оптимальна густота стояння рослин сої залежить від багатьох факторів, в тому числі від правильного вибору попередника та норми використання інокулянтів.

Попередники, такі як пшениця озима і соняшник, мають значний вплив на густоту стояння сої через вплив на стан ґрунту, наявність поживних речовин та рівень захворювань.

Так, пшениця озима залишає після себе порівняно кращу структуру ґрунту, менше бур'янів і забезпечує більше органічної маси, що сприяє збереженню вологи та полегшує проростання сої.

Соняшник виснажує ґрунт, а також залишає після себе щільні рештки і більше патогенів, що може ускладнювати проростання насіння наступної культури. Через це густота стояння сої після соняшника може бути нижчою, ніж після пшениці озимої.

Використання інокулянтів позитивно впливає на густоту стояння за рахунок покращення умов проростання. Інокулянти стимулюють ріст коренів і ранній розвиток рослин, що забезпечує кращу життєздатність сходів. Дані біопрепарати дозволяють рослинам отримувати більше азоту, що сприяє їхньому розвитку, покращує стійкість до стресових умов і забезпечує рівномірне зростання.

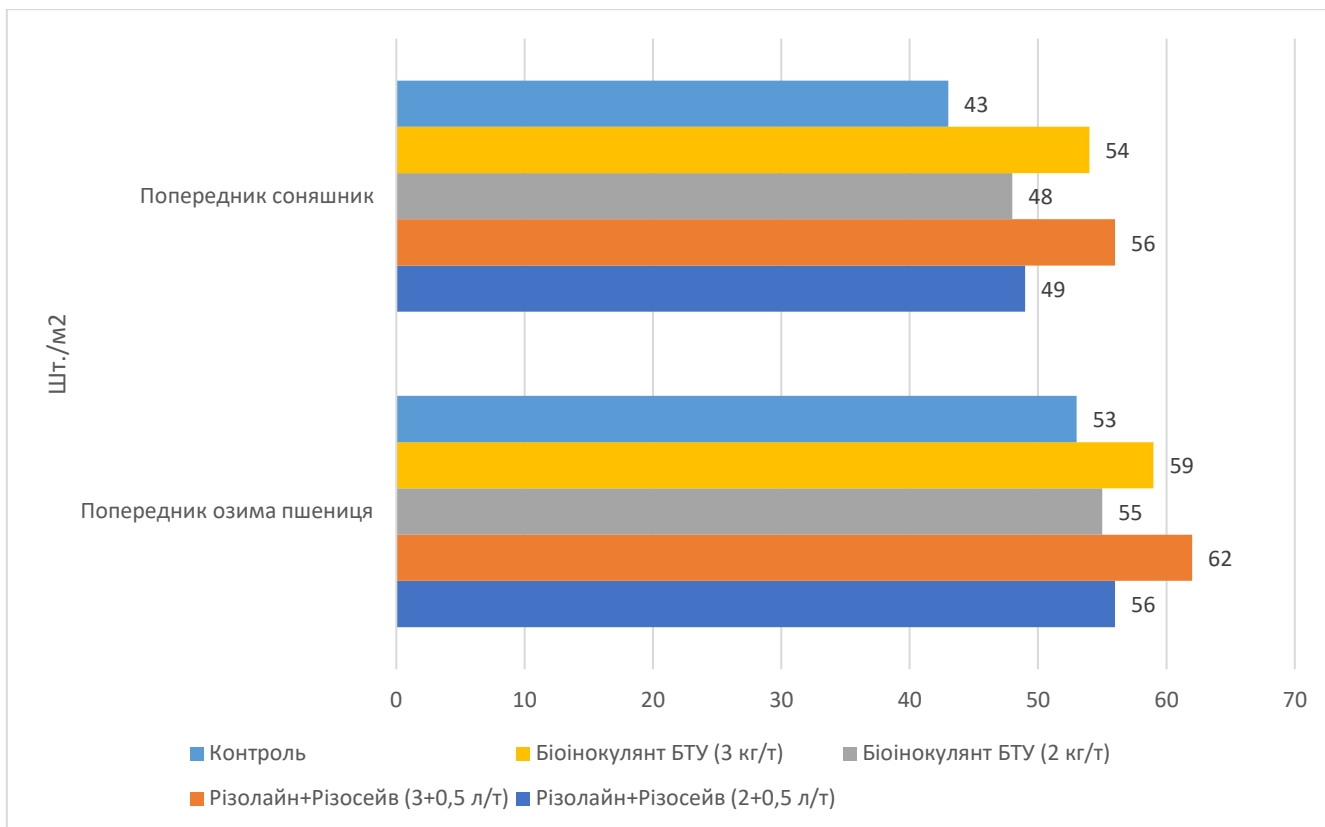


Рис. 3.3. Залежність густоти стояння сої від попередника та норми інокуляції

Аналізуючи залежність густоти стояння сої від попередників таких, як пшениця озима і соняшник, та норми внесення інокулянтів, можна зробити декілька висновків. По-перше, густота стояння рослин є вищою після попередника пшениці озимої, ніж після соняшника.

По-друге, найвищу густоту стояння спостерігаємо при застосуванні інокулянта Різолайн і біопротектора Різосейв в нормі 3 + 0,5 л/т насіння після попередника пшениці озимої, яка становить 62 шт./м².

Отже, густота стояння сої значно покращується при використанні пшениці озимої як попередника та застосуванні інокулянтів. Найкращі результати після обох

попередників спостерігаються при поєднанні Різоланн і Різосейв в нормі 3 + 0,5 л/т насіння, що вказує на ефективність цієї комбінації у забезпеченні більш рівномірного розміщення і розвитку рослин сої.

3.4. Вплив кількості та маси бульбочок на коренях на продуктивність і врожайність сої

Бульбочки на коренях сої утворюються в результаті симбіозу між рослиною і азотфіксуючими бактеріями роду *Rhizobium*, які здатні фіксувати атмосферний азот і переводити його у форму, доступну для рослин. Оскільки соя є культурою з високою потребою в азоті, ефективність цього процесу має ключове значення для її росту і розвитку.

Більша кількість та маса бульбочок означає вищий рівень фіксації азоту, що забезпечує рослину необхідним елементом живлення. Азот є основою для синтезу білків, нуклеїнових кислот та інших біологічно активних речовин, тому його достатнє надходження сприяє кращому росту та розвитку рослин.

В умовах, де в ґрунті недостатньо мінерального азоту, симбіотична фіксація стає головним джерелом азотного живлення, що особливо важливо для підвищення врожайності сої.

Рослини з високою кількістю і масою бульбочок зазвичай формують більшу кількість бобів та насіння, що призводить до підвищення загальної врожайності. Більш інтенсивний процес фіксації азоту забезпечує рослину поживними речовинами на всіх стадіях її розвитку, що сприяє кращому наповненню зерна і його більшій масі.

Підвищена кількість бульбочок сприяє зміцненню кореневої системи, що забезпечує кращу поглинальну здатність коренів і покращує загальну стійкість рослини [10].

Кількість і маса бульбочок на коренях сої може змінюватися залежно від умов вирощування, таких як:

1. тип попередника;
2. застосування інокулянтів;
3. агрокліматичні умови.

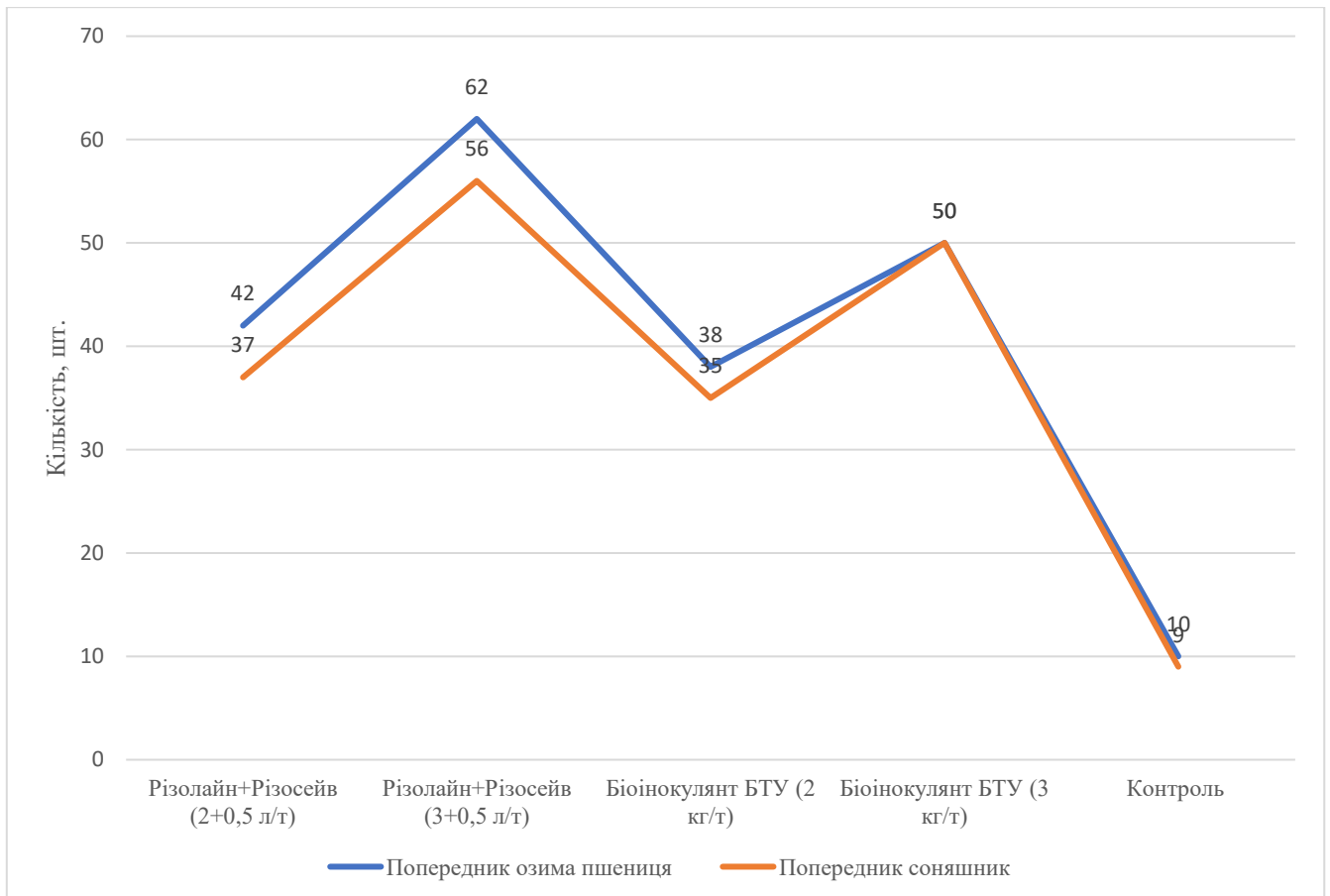


Рис. 3.4. Кількість бульбочок на коренях рослин сої залежно від попередників та норм внесення інокулянтів

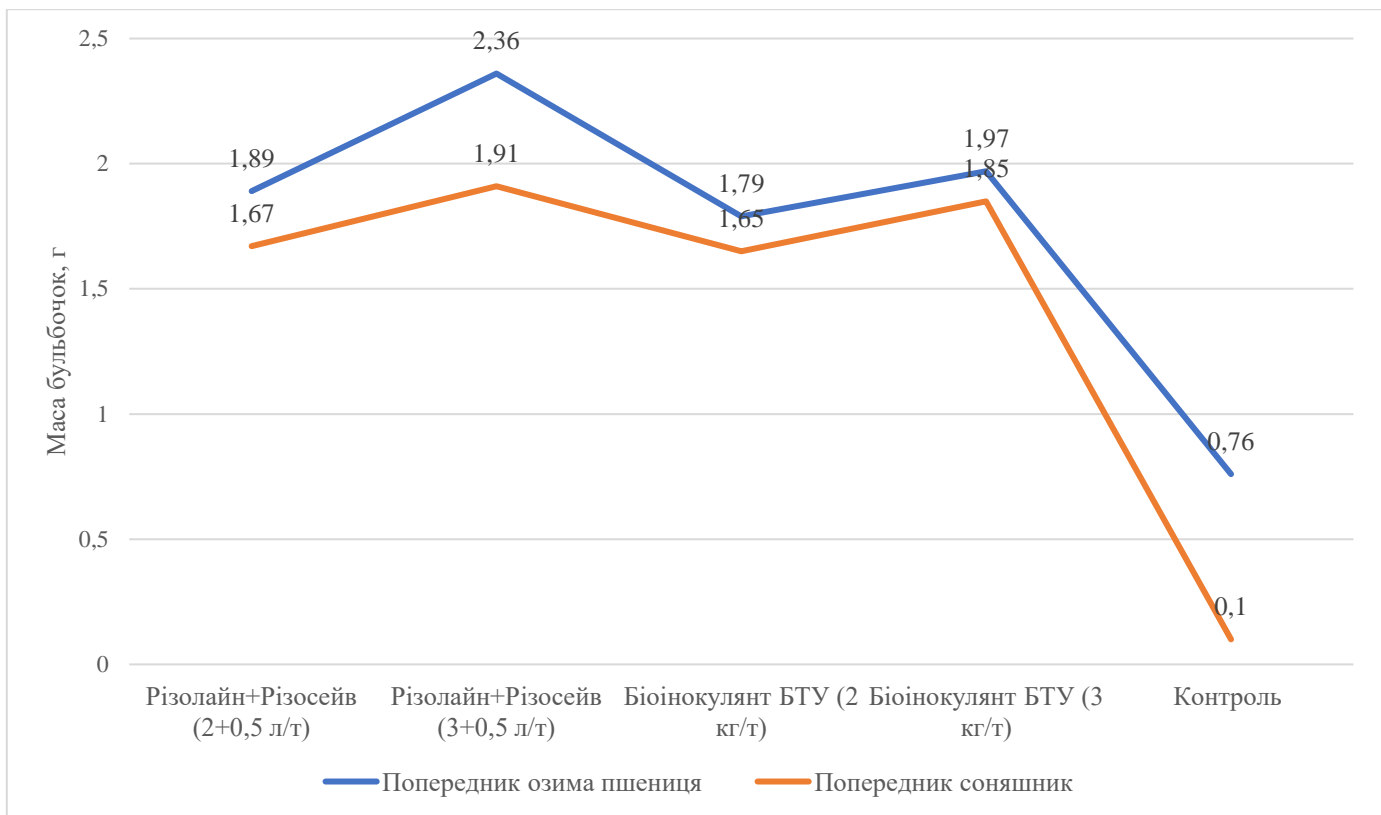


Рис. 3.5. Маса бульбочок на коренях рослин сої залежно від попередників та норм внесення інокулянтів

Графіки показують (рис. 3.4, 3.5), що кількість і маса бульбочок на коренях сої значно варіюється залежно від попередника (озима пшениця чи соняшник) та норми внесення інокулянтів. Найбільша кількість (62 шт.) і маса (2,36 г) бульбочок спостерігається при застосуванні інокулянта Різолайн + Різосейв в нормі 3 + 0,5 л/т насіння після озимої пшениці.

Також гарний результат по кількості та масі бульбочок показав Біоінокулянт БТУ в нормі 3 кг/т насіння в обох варіантах. Контрольні варіанти, де інокулянти не застосовувалися, мають найнижчу, але майже однакову кількість бульбочок. Але їхня маса досить відрізняється між собою.

Отже, все це підтверджує важливість інокуляції для підвищення симбіотичної активності кореневої системи сої.

3.5. Урожайність культури та її структура

Для визначення біологічної врожайності сої використовують кілька основних показників, які відображають продуктивність посіву культури на період її повної стиглості рослин на різних етапах їх росту і розвитку. До таких показників належать: густина стояння (в нашому випадку за різних попередників та різних норм застосування інокулянтів), висота надземної і підземної частини, кількість бобів на рослині, кількість насіння в одному бобі та з усієї рослини, кількість та маса бульбочок.

На основі цих показників агрономи можуть розрахувати біологічну врожайність сої та оцінити її економічну ефективність. Ці дані також допомагають приймати рішення щодо оптимізації технології вирощування, щоб підвищити продуктивність соєвих посівів.

Таблиця 3.1

Показники біологічної урожайності сої в залежності від попередника та різних норм внесення інокулянтів

Показники	Попередник озима пшениця					Попередник соняшник				
	Різолайн+Різ осейв (2+0,5 л/т насіння)	Різолайн+Різ осейв (3+0,5 л/т насіння)	Біоінокулянт БТУ (2 кг/т насіння)	Біоінокулянт БТУ (3 кг/т насіння)	Контроль	Різолайн+Різ осейв (2+0,5 л/т насіння)	Різолайн+Різ осейв (3+0,5 л/т насіння)	Біоінокулянт БТУ (2 кг/т насіння)	Біоінокулянт БТУ (3 кг/т насіння)	Контроль
Густота стояння, шт./м ²	56	62	55	59	53	49	56	48	54	43
Висота надземної частини, см	100	112	104	109	95	95	103	92	98	80
Кількість бульбочок, шт.	42	62	38	50	10	37	56	35	50	9
Маса бульбочок, г	1,89	2,36	1,79	1,97	0,76	1,67	1,91	1,65	1,85	0,1
Кількість бобів на рослині, шт.	65	79	60	65	50	62	68	45	61	38
Висота кріплення нижнього боба, см	16	17	15	16	13	14	16	14	15	13
Кількість насіння в одному бобі, шт.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
Кількість насіння з усієї рослини, шт.	195	237	185	195	150	186	204	165	183	110
Маса 1000 зерен, г	193	205	185	196	174	190	199	176	187	161
Біологічна урожайність, т/га	2,11	3,01	1,88	2,60	1,65	2,36	2,76	1,74	2,19	1,02

Аналізуючи представлені дані, можна зробити кілька важливих висновків щодо впливу інокулянтів та попередників на показники біологічної врожайності сої. По-перше, результати дослідження демонструють, що вибір попередника значно впливає на ріст і розвиток сої. При вирощуванні сої після озимої пшениці спостерігаються вищі показники біологічної врожайності порівняно з вирощуванням після соняшника. Наприклад, найвищий показник біологічної врожайності після озимої пшениці досягнув 3,01 т/га, тоді як після соняшника максимальна врожайність становила 2,76 т/га. Це може бути пов'язано з тим, що озима пшениця менш виснажує ґрунт, залишаючи більше поживних речовин для наступної культури, а також сприяє більш сприятливому середовищу для розвитку бульбочкових бактерій.

По-друге, інокулянти значно впливають на продуктивність сої, покращуючи розвиток кореневої системи, підвищуючи кількість та масу бульбочок, а також стимулюючи засвоєння азоту рослиною. Найбільша ефективність спостерігається при використанні інокулянтів у високих дозах. Так, при застосуванні інокулянту Різолан та біопротектора Різосейв у дозі 3+0,5 л/т насіння після озимої пшениці отримано найвищі показники врожайності (3,01 т/га) та маси бульбочок (2,36 г). Це вказує на доцільність використання інокулянтів, які містять необхідні мікроорганізми для покращення симбіотичного процесу та засвоєння азоту рослиною.

По-третє, внесення інокулянтів позитивно вплинуло на густоту стояння рослин і розвиток їх надземної частини. Це свідчить про те, що інокулянти не лише стимулюють розвиток кореневої системи, але й покращують загальний ріст рослин, роблячи їх більш стійкими до стресових умов, таких як посуха чи недостатність поживних речовин. Вища густота стояння та висота рослин забезпечують додатковий ефект на загальну врожайність культури.

Контрольний варіант, де інокулянти не використовувалися, показує значно нижчі результати по всіх параметрах, зокрема щодо маси бульбочок, кількості

бобів, кількості насінин у бобах та загальної врожайності. Це підкреслює важливість використання інокулянтів як ефективного агротехнічного прийому для підвищення врожайності сої.

Отже, застосування інокулянтів у вирощуванні сої є важливим елементом підвищення біологічної врожайності культури. Найвищі результати досягаються при поєднанні оптимального попередника (озимої пшениці) та використання високих доз інокулянтів, що дозволяє покращити засвоєння азоту та забезпечити рослину необхідними умовами для росту і розвитку і, як наслідок, збільшити продуктивність сої. Використання інокулянтів також сприяє зменшенню потреби в мінеральних добривах, що є вигідним з економічної точки зору та підвищенню рівня екологізації у сучасному сільському господарстві.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ НОРМ ІНОКУЛЯНТІВ

Основною метою вирощування будь-якої сільськогосподарської культури є забезпечення рентабельності її виробництва, що свідчить про економічну ефективність – досягнення максимально можливих результатів при мінімальних витратах. Економічна ефективність показує, чи покриває культура витрати на її вирощування і чи приносить чистий дохід.

Для оцінки економічної ефективності вирощування сої використовують такі показники, як фактична врожайність культури, собівартість продукції, окупність витрат, а також розмір валового доходу й прибутку як у розрахунку на 1 т продукції, так і на 1 га посівної площі, рівень рентабельності. Головним критерієм господарської ефективності є збільшення обсягів виробництва й підвищення якості продукції за мінімальних витрат на одиницю продукції.

Найважливішим показником обсягу сільськогосподарського виробництва є вартість валової продукції, яка дозволяє розрахувати валовий і чистий дохід, тобто прибуток. Врожайність сої відображає ефективність використання землі та є показником інтенсивності її виробництва.

Собівартість продукції – це грошове вираження поточних витрат на виробництво і реалізацію одиниці продукції, яке обчислюється як відношення загальних витрат підприємства до обсягу виробленої продукції. Іншими словами, собівартість охоплює всі виробничі витрати в грошовій формі:

$$Cб = Bв/ВП,$$

де $Bв$ – витрати виробництва на вирощування продукції, грн.; $ВП$ – вироблена продукція, т.

Окупність виробничих витрат визначають через вартість валової продукції на 1 грн виробничих витрат. Розмір валового і чистого доходу та прибутку розраховується на 1 га сільськогосподарських угідь і на 1 ц продукції.

Формула чистого доходу:

$$\text{ЧД} = \text{ВВП} - \text{Вв},$$

де ЧД – чистий дохід, грн.; ВВП – вартість валової продукції, грн..

Рентабельність відображає прибутковість підприємства. У процесі діяльності господарства повинні компенсувати свої витрати за рахунок виручки від реалізації продукції та отримувати прибуток. Отже, рентабельність є ключовим показником економічної ефективності сільськогосподарського виробництва, який демонструє, що підприємство отримує дохід від своєї діяльності.

Рівень рентабельності розраховується за формулою:

$$\text{Рр} = (\text{П} / \text{ВВ}) * 100 \%,$$

де Рр – рівень рентабельності, %;

П – прибуток, грн.;

ВВ – виробничі витрати, грн.

Така система обчислень допомагає оптимізувати процес вирощування та покращити економічну віддачу від культури, що є основою стабільного та рентабельного сільськогосподарського виробництва.

Економічна ефективність вирощування сої при внесенні інокулянтів за умови різних попередників

№ п/п	Показники	Попередники			
		Озима пшениця		Соняшник	
		Різолайн+Рісосейв (3+0,5 л/т насіння)	Контроль	Різолайн+Рісосейв (3+0,5 л/т насіння)	Контроль
1.	Урожайність основної продукції, т/га	3,01	1,65	2,76	1,02
2.	Реалізаційна ціна, грн./т	17 730,00	17 730,00	17 730,00	17 730,00
3.	Вартість валової продукції, грн./га	53 367,3	29 254,5	48 934,8	18 084,6
4.	Виробничі витрати, грн./га	28 660,00	26 800,00	28 660,00	26 800,00
5.	Собівартість 1 т урожаю, грн.	9 521,59	16 242,42	10 384,06	26 274,51
6.	Умовно чистий дохід з 1 га, грн.	24 707,3	2 454,5	20 274,8	-8715,4
7.	Рівень рентабельності, %	186	109	171	67

Підсумувавши наші дослідження, ми отримали наступні результати, які представлені у таблиці 4.1.

Як ми бачимо з таблиці, найвищий рівень рентабельності було досягнуто при використанні інокулянта Різолайн та біопротектора Рісосейв у найвищій нормі 3+0,5 л/т насіння на полях, де попередником була озима пшениця. У цьому випадку рентабельність склала 186%, що значно перевищує показники контролю.

На полі, де попередником був соняшник, аналогічне застосування інокулянта також позитивно вплинуло на рівень рентабельності – 171% у порівнянні з контролем, де рентабельність досягла лише 67%.

Застосування інокулянтів сприяє збільшенню урожайності сої та зменшенню собівартості одиниці продукції, що дозволяє отримувати вищий умовно-чистий

дохід з гектара посіву. Використання інокулянта Різолайн і біопротектора Різосейв показало високу економічну доцільність, оскільки витрати на його придбання і внесення компенсуються за рахунок підвищення валової продукції та прибутковості виробництва.

Отже, незалежно від попередника, використання інокулянтів підвищує рентабельність вирощування сої. І це підводить нас до висновку про економічну доцільність використання даних біопрепаратів на полях господарств Київської області.

ВИСНОВКИ

Узагальнивши і проаналізувавши отримані результати проведених нами досліджень, можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз ґрунтово-кліматичних умов господарства засвідчує, що вони характерні для умов Київської області і є сприятливими для нормального росту і розвитку основних сільськогосподарських культур. Але щорічно спостерігаються достатньо тривалі періоди з нестійким зволоженням та посушливими періодами.

2. Кращим попередником для сої, порівнюючи з соняшником, є пшениця озима. Це підтверджують всі досліді з використанням інокулянтів, а також контроль (без внесення будь яких препаратів).

3. Інокулянт Різоланн + біопротектор Різосейв показали кращі результати в порівнянні з інокулянтом Біоінокулянт БТУ. При використанні різних норм внесення, перші препарати регулярно показували вищі результати в порівнянні з останнім.

4. Найвищі показники біологічної врожайності були отримані на варіантах з внесенням інокулянта Різоланн + біопротектор Різосейв в нормі 3 + 0,5 л/т насіння за двох попередників: 3,01 т/га після пшениці озимої; 2,76 т/га – попередник соняшник.

5. Найвищий рівень рентабельності був досягнутий при внесенні інокулянта Різоланн + біопротектор Різосейв в нормі 3 + 0,5 л/т насіння як після попередника пшениці озимої, так і після соняшника – 186 % і 171 % відповідно.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах господарств Київської області в польових сівозмінах вирощувати сою ми рекомендуємо після пшениці озимої, яка забезпечує найкращі умови для культури порівняно з іншими попередниками, зокрема з соняшником.

Для підвищення продуктивності посівів сої рекомендується обробляти насіння інокулянтom Різолан та біопротектором Різосейв в нормі 2-3 + 0,5 л/т насіння.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нова концепція використання індукторів системної стійкості рослин при вирощуванні агрокультур. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/blog/1019-nova-kontsepsiya-vikoristannya-induktoriv-sistemnoyi-stiykosti-roslin-pri-viroschuvanni-agrokultur> (дата звернення 23.02.2024).

2. Використання біологічних препаратів зростає, тому що це ефективно і вигідно для аграрія – Тетяна Хоменко. *Latifundist*: веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/spetsproekt/866-vikoristannya-bologchnih-preparatv-zrosta-tomu-shcho-tse-efektivno--vigdno-dlya-agrarya--tetyana-homenko> (дата звернення 22.10.2023).

3. Біотехнології в агро. Як розвивається ринок біопрепаратів у світі та Україні? *AgroPortal*: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/blogs/biotehnologiji-v-agro-yak-rozvivayetsya-rinok-biopreparativ-u-sviti-ta-ukrajini-2> (дата звернення 06.12.2023).

4. Агро 4.0 і біопрепарати. *IFarming*: веб-сайт. URL: <https://ifarming.ua/itehnologii/biofarming/agro-4-0-i-biopreparaty> (дата звернення 08.12.2023).

5. Біологізація рослинництва: наскільки вона реальна в умовах України. Чи можна протиставити біопрепарати та хімічні ЗЗР? *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/351-biologizatsiya-roslinnitstva-naskilki-vona-realna-v-umovah-ukrayini-chi-mojna-protistaviti-biopreparati-ta-himichni-zzr> (дата звернення 10.02.2024).

6. Early Discoveries in Nitrogen Fixation. *Bio.libretexts*: веб-сайт. URL: https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Microbiology/Microbiology_%28Boundless%29/05%3A_Microbial_Metabolism/5.15%3A_Nitrogen_Fixation/5.15B%3A_Early_Discoveries_in_Nitrogen_Fixation (дата звернення 04.08.2024).

7. Азотфіксація за допомогою рослин та бактерій. *EOS Data Analytics*: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/azotfiksatsiia/> (дата звернення 13.04.2024).

8. Азотфіксація бобових культур. *Ecoorganic*: веб-сайт. 13.03.2018. URL: <https://ecoorganic.ua/blog/post/azotfiksatsiya-bobovih-kultur> (дата звернення 18.06.2024).

9. Інокулянти для бобових культур: секрети високих врожаїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/496-inokulyanti-dlya-bobovih-kultur-sekreti-visokih-vroжайiv> (дата звернення 16.03.2024).

10. Інокуляція (інокуляція насіння). *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/slovník-agronoma/inokulyaciya-inokulyaciya-nasinnya-id20112> (дата звернення 09.10.2024).

11. Інокулянти для бобових культур: секрети високих врожаїв. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/496-inokulyanti-dlya-bobovih-kultur-sekreti-visokih-vroжайiv> (дата звернення 21.11.2023).

12. Сівозміна як підхід до підвищення продуктивності поля. *EOS Data Analytics*: веб-сайт. URL: <https://eos.com/uk/blog/sivozmina/> (дата звернення 28.08.2024).

13. Бобові у сівозміні: значення, чергування та переваги. *SuperAgronom*: веб-сайт. URL: <https://superagronom.com/articles/237-bobovi-u-sivozmini-znachennya-cherhuvannya-ta-perevagi> (дата звернення 16.04.2024).

14. Городній М.Г., Петренко М.І., Яворський О.Г. Основи землеробства і кормовиробництва. - К.: Вища школа, 1976. - 344 с.

15. Бомба М.Я. Проблеми та перспективи розвитку землеробства на початку третього тисячоліття / М.Я. Бомба // Пропозиція. – 2002. – №40. – С. 30-32.

16. Ганганов В.М. Роль сівозміни у відтворенні родючості ґрунту / В.М. Ганганов // Зб. наук. праць Інституту землеробства УААН. – Київ, 2004. – Вип.. 2/3. – С. 43-46.

17. Бойко П.І. Системи землеробства і сівозміни історія, сучасний стан і перспективи розвитку / П.І. Бойко, Н.П. Коваленко // Вісник аграрної науки. – 2000. – №10. – С. 8-11.

18. Бойко П.І. Сівозміни у сучасному землеробстві України / П.І. Бойко // Вісник Полтавської державної академії. – 2004. – №3. – С. 21.].

19. Примак І.Д. Рошко В.Г. Гудзь В.П. Демидась Г.І. Танчик С.П. та інші. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві: , Біла Церква.- 2002 р.

20. Основи землеробства і рослинництва Видання друге, доповнене і перероблене: навчальний посібник /С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко, А.А. Анісімова - Київ, НУБіП України, 2019.- 259 с.

21. Бабич А. А. Соя стратегічна культура світового землеробства ХХІ століття / А. Бабич, А. Бабич-Побережна // Пропозиція. – 2006. – № 6. – С. 44-46.

22. Бабич А. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А. Бабич, С. Колісник, А. Побережна, А. Сенцов // Пропозиція. – 2000. – № 5. – С. 38-40

23. Бабич А. Соя – головна білково-олійна культура світового землеробства / А. Бабич, А. Побережна // Пропозиція. – 2000. – № 4. – С. 42-45.

24. Бахмат, О. М. Соя - культура майбутнього. Особливості формування високого врожаю : монографія / О. М. Бахмат. - Кам'янець-Подільський : ПП Мошак М. І., 2009. - 208 с.

25. Жеребко, В. М. Структура та якість урожаю сої залежно від особливостей догляду за посівами : наукове видання / В. М. Жеребко, Т. О. Чернега // Карантин і захист рослин : науково-виробничий журнал. - 2010. - N8. - С. 11-12.

26. Каленська, С. М. Мінеральне живлення сої : вплив інокуляції Нітрагіном та удобрення на продуктивність та якість зерна культури в умовах Лісостепу / С. М. Каленська, Н. В. Новицька, А. Є. Стрихар // Насінництво : науково - виробничий журнал. - 2009. - N8. - С. 23 - 25.

27. Петриченко В. Ф. Вплив інокуляції та морфорегулятора на особливості росту рослин сої в умовах Лісостепу / В. Ф. Петриченко, С. я. Кобак, в. М. Чорна // Вісник аграрної науки. - 2017. - № 11. - С. 39-34.

28. Що таке Європейський зелений курс. *Екодія*: веб-сайт. URL: <https://ecoaction.org.ua/eu-green-deal.html> (дата звернення 15.08.2024).

29. Петриченко в. Ф. Формування азотфіксувального потенціалу та продуктивності сортів сої селекції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НАДН / В. Ф. Петриченко, С. Я. Кобак, В. М. Чорна, С. І. Колісник, в. В. Лихочвор, С. В. Піда // *Мікробіол. З.* 2018; 80(5):63-75. Ukrainian.

30. Соя: походження та користь найдавнішої їстівної культури. *АгроЕліта*: веб-сайт. URL: <https://agroelita.info/soia-pokhodzhennia-ta-koryst-naydavnishoi-istivnoi-kultury/> (дата звернення 15.08.2024).

31. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. - 3-тє вид., випр. і доп. - Львів: Українські технології, 2010.

32. Петриченко В. Ф, Лихочвор В. В, та ін. Соя - культура унікальних можливостей. - К.: Юнівєст Медіа, 2016. - 224 с.

33. Технології вирощування бобових і злакових трав на насіння / Петриченко В.Ф., Бугайов В.Д., Колісник С. І. та ін. / За ред. В. Ф. Петриченка. - Вінниця, 2005. - 52 с.