

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра біотехнології та хімії**

До захисту допускається

Зав. кафедрою, доцент

---

Владислав КОВАЛЕНКО

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «**Вплив біопрепаратів на продуктивність сої в умовах північно-східного Лісостепу України**»

Виконав (-ла):

Андрій МАНДРИКА

*Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Група:

БІО 2401-1 м

Науковий керівник

Ольга ДУБОВИК

*Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Рецензент

Андрій БУТЕНКО

*Ім'я ПРИЗВИЩЕ*

Сумський національний аграрний університет

Кафедра біотехнології та хімії

Ступінь вищої освіти – магістр

Галузь знань: 16 – Хімічна та біоінженерія

Спеціальність: 162 – біотехнології та біоінженерія

Освітньо–професійна програма – Біотехнологія та біоінженерія

*ЗАТВЕРДЖУЮ:*

**Завідувач кафедри**

\_\_\_\_\_

**Владислав КОВАЛЕНКО**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Студенту: **Мандрика Андрій**

Тема роботи: **Вплив біопрепаратів на продуктивність сої в умовах північно-східного Лісостепу України**

Керівник кваліфікаційної роботи **Дубовик Ольга Олексіївна, к. с.-г. н., доцент**

1. Строк подання студенткою кваліфікаційної роботи 08 грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи – опрацювати наукову літературу, вивчити методи біотехнології, які застосовуються при інтегрованій дії застосування мікробного препарату та стимулятора росту рослин на формування урожайності та якості зерна при вирощуванні сої.
3. Зміст кваліфікаційної роботи \_ вступ, огляд літератури, технологічна частина, контроль якості, висновки, список використаних джерел, додатки.

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ / Ольга ДУБОВИК \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ / Андрій МАНДРИКА \_\_\_\_\_

Дата отримання завдання « 16 » 09 \_\_\_\_\_ 2024 р.



## **АНОТАЦІЯ**

**Мандрика Андрій Олександрович**

### **ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО – СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ.**

162 Біотехнології та біоінженерія

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Суми – 2025

Магістерська робота присвячена дослідженню ефективності застосування мікробних препаратів та стимуляторів росту для підвищення урожайності та якості зерна сої в умовах змін клімату. Мета роботи – визначити вплив біологічних препаратів. Було закладено чотири варіанти досліджу: контроль (без препаратів), обробка насіння Ризогуміном, Біоглобіном та їх комбіноване застосування.

Результати показали, що кліматичні умови північно-східного Лісостепу України характеризувалися зменшенням зволоження впродовж досліджуваних років: гідротермічний коефіцієнт знизився з 0,74 у 2023 р. до 0,36 у 2025 р. Відповідно, урожайність сої зменшилась з 2,35 до 1,99 т/га. Незважаючи на це, застосування біопрепаратів забезпечило стабільне підвищення врожайності навіть за посушливих умов. Найвищий результат зафіксовано при використанні Ризогуміну— 2,41 т/га. Якісні показники зерна також покращувалися: вміст сирого протеїну зріс до 37,79%, олії — до 21,43%.

Практичне значення полягає в можливості впровадження передпосівної обробки насіння Ризогуміном у виробничу технологію вирощування сої, що забезпечує стабільне підвищення урожайності на 15–20% без додаткового хімічного навантаження на довкілля.

Ключові слова: соя, біопрепарати, урожайність, протеїн, Лісостеп.

## **ABSTRACT**

**Mandryka Andrii Oleksandrovyh**

### **INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON SOYBEAN PRODUCTIVITY UNDER THE CONDITIONS OF THE NORTH-EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**

162 Biotechnology and Bioengineering

**SUMYNSK NATIONAL AGRICULTURAL UNIVERSITY**

**Sumy - 2025**

The master's thesis is devoted to studying the effectiveness of microbial preparations and growth stimulants for increasing soybean yield and grain quality under changing climatic conditions.

The aim of the research was to determine the effect of biological preparations Rhizogumin-Plus and Bioglobulin on soybean growth, development, yield components, and biochemical parameters of grain.

The results showed that climatic conditions of the North-Eastern Forest-Steppe were characterized by a decrease in moisture availability during the study years: the hydrothermal coefficient dropped from 0.74 in 2023 to 0.36 in 2025. Accordingly, soybean yield decreased from 2.35 t/ha to 1.99 t/ha. Nevertheless, the use of biological preparations provided stable yield increases even under drought conditions. The highest yield was obtained with Rhizogumin-Plus — 2.41 t/ha. Grain quality also improved: crude protein content increased to 37.79%, and oil content — to 21.43%.

Practical significance consists in the possibility of introducing seed treatment with Rhizogumin-Plus into the basic soybean cultivation technology, ensuring a stable 15–20% yield increase without additional chemical load on the environment.

Keywords: soybean, biological preparations, yield, protein, Forest-Steppe.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	7
<b>РОЗДІЛ 1 АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ (Огляд літератури)</b>	9
1.1. Ботанічні та біолого-морфологічні характеристики сої	9
1.2. Роль біопрепаратів при вирощуванні сої	12
<b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ</b>	21
2.1 Ґрунтові та метеорологічні умови	21
2.2 Схема, методика та агротехнічні умови проведення досліджень	24
<b>РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ, БІЛКОВИЙ ТА ОЛІЙНИЙ СКЛАД НАСІННЯ СОЇ</b>	27
3.1. Оцінка індивідуальної продуктивності сої під впливом мікробного препарату і регулятора росту	28
3.2. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність сої	31
3.3. Дослідження впливу мікробного препарату та регулятора росту рослин на частку сирого білка і жиру у насінні сої	36
<b>ВИСНОВКИ</b>	41
<b>ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ</b>	43
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	44
<b>ДОДАТКИ</b>	49

## ВСТУП

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) є ключовою зернобобовою та олійною культурою, яка має широкий спектр застосування. Завдяки своїм характеристикам, вона здатна значно скоротити дефіцит продовольчого та кормового білка на українському ринку, що забезпечує стабільно високий попит. Як стратегічна складова агропромислового комплексу України, соя потребує особливої уваги, в тому числі з точки зору її ролі у збереженні родючості ґрунтів. Її вирощування сприяє покращенню фітосанітарного стану агроecosystem, оптимізації структури і родючості ґрунтів, а також підвищує загальний рівень культури землеробства. Особливу агрономічну цінність соя має завдяки здатності до біологічної фіксації атмосферного азоту, перетворюючи його в легкозасвоювані сполуки, корисні для живих організмів. Цей процес забезпечується енергією фотосинтезу і контролюється самою рослиною.

**Актуальність досліджень** обумовлена потребою в поглибленому вивченні чинників, які безпосередньо впливають на формування високого урожаю сої. Розгляд цих аспектів сприятиме оптимізації технологічних процесів, що, у свою чергу, дозволить досягти максимальної продуктивності цієї культури. Воно також дозволить створити нові елементи технології вирощування сортів, адаптованих до специфічних умов регіону, що забезпечить стабільні й високі врожаї якісного насіння вітчизняної селекції. Вдосконалення технологій вирощування, зокрема шляхом передпосівної обробки насіння, є важливою загальнодержавною проблемою, яка потребує науково-практичного обґрунтування.

**Мета досліджень** визначити, наскільки ефективним є застосування цих препаратів для підвищення елементів продуктивності та якості зерна сої.

**Об'єкт досліджень** – соя та застосування мікробного препарату і стимулятора росту рослин

**Предмет роботи** - з'ясування закономірностей процесів росту, розвитку та формування симбіотичної і зернової продуктивності сої, залежно від застосування мікробного препарату і стимулятора росту рослин.

**Методика дослідження** передбачає ґрунтовний аналіз польових експериментів. Зокрема, перед початком збору врожаю з кожного варіанта проводився відбір пробних снопів з метою визначення індивідуальної продуктивності окремих рослин сої. Збирання зерна проводили прямим комбайнуванням за допомогою техніки "Massey Ferguson" у фазі повної стиглості рослин, коли вологість сягала 14–15%. Усі зразки збирали з поділянок із метою подальшого обліку врожайності та підготовки матеріалу для подальших досліджень.

Маса 1000 зерен визначалась відповідно до стандарту ДСТУ 2949. Для визначення якісних показників врожаю використовувалися стандартизовані методи: вміст білка аналізували за методом К'ельдаля, а вміст жиру (олії) — за методом Сокслета.

**Наукова новизна.** Проведені дослідження дозволили обґрунтувати ефективність застосування як окремих біопрепаратів, так і їх комплексного поєднання. Це демонструє здатність таких підходів знижувати залежність агровиробництва від хімічних добрив та підвищувати його екологічну стійкість. З урахуванням отриманих даних було встановлено, що оптимальним варіантом є використання препаратів, необхідні для забезпечення стабільності врожаїв.

**Практичне значення** проведених досліджень полягає у значному потенціалі біопрепаратів для стабільного підвищення врожайності сої в умовах конкретного регіону. Це має безпосередню цінність для агровиробників, які зможуть покращити умови вирощування та ефективність виробництва, уникаючи при цьому додаткових витрат на дорогі мінеральні добрива.

## РОЗДІЛ 1

### АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

#### (Огляд літератури)

#### 1.1. Ботанічні та біолого-морфологічні характеристики сої

Соя (*Glycine hispida* (Moench) Max.) є однорічною трав'янистою рослиною зі стрижневим коренем та розвинуеною бічною кореневою системою, що досягає глибини до 2 метрів. Основний корінь, який потовщується переважно у верхній частині ґрунту (на глибині 10-15 см), забезпечує стабільність усєї кореневої системи. Близько 60% маси коренів припадає на тонкі відгалуження. Характеристики кореневої системи рослин залежать від низки факторів . Серед них — генетичні особливості сорту, тип ґрунту, а також рівень вологості та температурні умови навколишнього середовища. Основна маса кореневої системи розташована в орному шарі ґрунту. Стебло сої може сягати висоти від 25 см до 2 м, відрізняючись за товщиною та стійкістю до полягання. Рослина формує до 7 і більше бічних гілок, що ростуть уздовж стебла. У період дозрівання стебло набуває пісочного, буро-жовтого або рудого відтінку. Невелика висота рослини не впливає на розміри плодів чи насіння. [9-11].

Продуктивність сої визначається багатьма факторами: кількість вузлів на стеблі, кількість квітів у кистях, кількість зав'язаних і збережених бобів до моменту дозрівання, насіннева маса (зазвичай оцінена за масою 1000 насінин тощо). Основну роль у формуванні цих параметрів відіграють листя, коріння та стебла, на яких накопичується урожай [15].

Температура є важливим чинником для вирощування сої: мінімальною для проростання насіння вважається 6-7°C, сприятливою – 12-14°C, а найбільш оптимальною – 15-20°C. Для отримання сходів температура повинна бути на кілька градусів вищою. Рослина потребує достатньо тепла для активного росту,

оптимальним є діапазон температур до 32-35°C із невеликими добовими коливаннями. Упродовж вегетаційного періоду загальна сума активних температур варіюється в межах від 1700 до 3200°C [6].

Оцінка посухостійкості сої серед науковців залишається неоднозначною. Деякі дослідники зазначають її як посухостійку культуру, тоді як інші вважають її більш вимогливою до вологи в порівнянні з іншими польовими рослинами. Встановлено, що на посухостійкість впливають фаза розвитку рослин і умови вирощування [12, 22].

Умови вологості за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) визначаються наступним чином: сприятливі — при ГТК від 1 до 1,7; недостатні — при 0,8-0,9; критично низькі — при ГТК нижче 0,4-0,5 (коли виникає посуха). У цей період водопостачання має бути належним [32].

Про вимогливість сої до вологи в закордонній та вітчизняній літературі досі існують різні твердження. Рекомендовано розширювати посіви цієї культури лише в господарствах із достатнім водозабезпеченням [33].

На різних етапах розвитку соя споживає різну кількість вологи. Для набрякання та проростання насіння потрібно 130–160% води від їхньої повітряно-сухої маси. Після появи сходів обсяги споживання вологи залишаються незначними, однак зі збільшенням вегетативної маси росте й потреба у воді. Найбільше вологи рослина потребує під час цвітіння та формування насіння. Для забезпечення врожаю на рівні 20–24 центнерів з гектара у цей період потрібна кількість опадів складає 200–250 мм, а вологість ґрунтового шару 0–70 см має становити 75–80% найменшої вологості (НВ). Основна частина води активно використовується з верхнього шару ґрунту глибиною 30–32 см, хоча, у міру росту, коренева система проникає у глибші горизонти, видобуваючи звідти додаткову вологу [38].

Соя добре переносить високий рівень ґрунтових вод і має широкий діапазон кислотності ґрунтового розчину – від рН 5,5 до 8,5. Однак оптимальним є значення рН у межах 6,5–7,0. На більш кислих ґрунтах (рН 3–4) через 40–50 днів після сходів спостерігається загибель рослин [30].

Соя є культурою, що відзначається підвищеними вимогами до умов вирощування. Її насіння починає проростати за температури ґрунту 8-10 °С, а дружні сходи з'являються при 15-18 °С.

Протягом усього періоду вегетації соя залишається вкрай чутливою до тепла, особливо у фазах цвітіння та наливу зерна. Оптимальна середньодобова температура для росту і розвитку сої варіюється від 18 до 22 °С, а під час цвітіння та наливу насіння — 22-25 °С.

Соя вважається середньостійкою до посухи культурою. У період від сходів до початку цвітіння вона споживає відносно невелику кількість вологи, проте під час проростання насіння поглинає до 130-160% своєї маси у вигляді води. На етапі появи сходів активно розвивається коренева система, тоді як нарощування надземної маси відбувається повільніше. Саме у фазах цвітіння, формування й росту бобів та наливу зерна соя стає надзвичайно вибагливою до забезпеченості вологою. Дефіцит води може спричинити опадання бутонів, квіток і плодів, знижуючи вагу насіння та загальний урожай. При зріджених посівах соя закладає боби низько над землею, що збільшує втрати під час збирання. За помірного загущення рослини стають менш гіллястими, але боби розташовуються вище, що зменшує втрати врожаю.

Для отримання максимального врожаю вкрай важливо забезпечити рівномірне зволоження протягом усього періоду вегетації. Найбільше споживання вологи відбувається у фазі від початку цвітіння до закінчення формування бобів, коли рослина активно нарощує біомасу та накопичує суху речовину.

Атмосферна або ґрунтова посуха у цей час негативно впливає на продуктивність сої. Також важливою є відносна вологість повітря: її зниження до менш ніж 60% у поєднанні з високими температурами веде до опадання квіток і молодих бобів. Ефективне живлення кореневої системи нерідко не гарантує максимального приросту рослинного матеріалу на посівах сої.

Соя потребує значного рівня поживних елементів — більше, ніж більшість інших культур. Вона особливо чутлива до дефіциту азоту, фосфору,

сірки, калію, кальцію й магнію. Для формування 1 центнера врожаю насіння соя споживає 7,2-10 кг азоту, 1,7-4 кг фосфору та 2,2-4,4 кг калію. Потреба у ключових поживних елементах залежить від рівня родючості ґрунту, погодних умов, вибраного сорту та запланованої урожайності. Так, для досягнення урожайності зерна в 22,5 ц/га соя споживає 173 кг азоту, 42 кг фосфору і 76 кг калію.

Попри значну потребу в поживних речовинах, соя менш активно реагує на добрива порівняно з такими культурами, як пшениця, кукурудза чи люцерна. Соя відома тим, що ефективно використовує залишкову дію добрив. Така особливість можлива завдяки її симбіозу з бульбочковими бактеріями (*Bradyrhizobium japonicum*). Завдяки цьому механізму рослина здатна задовольнити 60–70% своїх потреб в азоті, а також краще засвоювати запаси фосфору, калію та інших необхідних елементів живлення з ґрунту.

У разі недостатнього вмісту легко доступних форм мінеральних речовин у ґрунті соя позитивно реагує на внесення добрив під час основного обробітку ґрунту, під час посіву або у процесі підживлення. При цьому до 50-70% азоту рослина отримує завдяки біологічній фіксації з повітря через симбіоз із бульбочковими бактеріями.

## **1.2. Роль біопрепаратів при вирощуванні сої**

У сучасних технологіях культивування агрокультур набули широкого застосування біологічно активні речовини. Слід відзначити, що більшість із них сьогодні має хімічне походження. Це стало однією з основних причин накопичення залишків пестицидів у продукції та екосистемах. У цьому контексті перед аграрною наукою постає ключове завдання – розробити моделі технологічних процесів культивування агрокультур що відповідатимуть агроекологічним вимогам[27].

Сучасні наукові дослідження підтверджують, що для досягнення сталого функціонування агроекосистем та одночасного мінімізації негативного впливу

інтенсивного землеробства на навколишнє середовище, ефективним рішенням є впровадження біологізації у виробництво сільськогосподарської продукції [23].

Соя розглядається як одна з пріоритетних бобових й олійних культур. Завдяки багатогранним напрямкам використання, вона відіграє стратегічно важливу роль у загальному розвитку агропромислового сектора України. Її здатність задовольняти попит на продовольчий і кормовий білок робить цю культуру особливо важливою. Крім того, соя сприяє покращенню фітосанітарного стану агроєкосистем, оптимізує структуру й родючість ґрунтів та сприяє підвищенню культури землеробства. Соя вирізняється своєю унікальною агрономічною властивістю — здатністю біологічно фіксувати атмосферний азот і перетворювати його на форми, які характеризуються високою біодоступністю. Цей процес забезпечується енергією фотосинтезу, який регулюється самою рослиною [16, 18].

Одним із ключових обмежувачів у процесі культивування агрокультур залишається доступність азотних сполук. У контексті сучасного землеробства питання біологічного азоту набуває особливої актуальності, враховуючи погіршення екологічної ситуації та недостатнє постачання азотних добрив. Застосування біологічної азотфіксації в аграрній сфері поступово стає однією з провідних тенденцій у технологіях вирощування. Цей метод знаходить ефективне втілення, зокрема, у вирощуванні зернобобових культур, таких як соя.

Одним із визначальних чинників, які впливають на розвиток і ріст рослин, а також на формування врожаю та якісні характеристики кінцевої продукції, є обробка насіння біологічними препаратами природного походження. Водночас інтеграція біологічних і хімічних засобів у технологіях вирощування сої, а також їхній вплив на функціонування мікробіоти ґрунту та продуктивність посівів, вимагають подальших глибоких досліджень [34].

Сучасний підхід до підвищення продуктивності вирощування сої акцентується на запровадженні енергозберігаючих технологій із використанням регуляторів росту рослин та біопрепаратів. Речовини, що регулюють ріст,

допомагають рослинам успішніше адаптуватися до несприятливих умов, як природного, так і антропогенного характеру. Це може включати різкі перепади температур, дефіцит вологи, негативний вплив пестицидів, а також ураження хворобами чи пошкодження від шкідників.

Протягом останніх 10-15 років, завдяки прогресу у хімії та біології, було створено принципово нові, високоефективні та безпечні регулятори росту. Застосування подібних препаратів перетворилося на один із найбільш економічно вигідних агротехнічних прийомів. Він сприяє прискоренню дозрівання культур, підвищенню загальної врожайності та помітному покращенню якісних характеристик насіння.

На відміну від багатьох інших культур, соя не лише активно використовує азот і поживні речовини, але й накопичує значну кількість азоту в ґрунті. Вона здатна зростати навіть на малогумусових та збіднених на органічні речовини ґрунтах із низькими якісними характеристиками та підвищеною кислотністю [8].

Соя стимулює розмноження азотфіксаторових бактерій у кореневому шарі. В прикореневій зоні кількість азотфіксуючих бактерій у фазі першого трійчастого листка перевищує показник непокритого ґрунту у 42 рази, під час цвітіння – у 95 разів, а при дозріванні – у 13 разів. Однією з найважливіших біологічних особливостей сої є здатність формувати симбіоз із бульбочковими бактеріями, завдяки яким у біологічний кругообіг залучається значна кількість атмосферного азоту. Після збору врожаю в ґрунті залишається суттєва кількість азоту. За сприятливих умов соя може залишати до 320 кг/га азоту (в середньому 50–80 кг/га). На відміну від мінеральних або певних органічних сполук, азот, який акумулюється в ґрунті завдяки сої, є екологічно нешкідливим та легкодоступним для ефективного засвоєння наступними сільськогосподарськими культурами у сівозміні. Саме тому соя вважається не лише ефективним азотфіксатором, а й цінним попередником для широкого спектра сільськогосподарських культур. Зокрема, завдяки посівам сої врожайність зернових може збільшуватися на 86–113% [13].

Поєднання стимуляторів росту з мікробними препаратами при обробці насіння забезпечує високий рівень результативності. Цей метод підвищує врожайність на 8-17%, стимулюючи при цьому симбіотичну азотфіксацію, яка виникає завдяки співпраці бобових рослин з бульбочковими бактеріями. Проте, результативність цього методу залежить від низки факторів, включаючи ґрунтові та кліматичні умови, вибір сорту рослини, а також методи і час застосування відповідних препаратів. Враховуючи це, вивчення ефективності регуляторів росту та біологічних препаратів на врожайність сої в певних кліматичних та ґрунтових зонах набуває значного значення.

Саме на цих засобів пав наш вибір та проведення дослідження. Нижче ми наводимо опис та характеристики препаратів.

«Ризогумін-Плюс» — це біологічний препарат, що використовується як мікробне добриво, спеціально призначене для обробки (бактеризації) насіння сої. Його застосування сприяє покращенню азотного живлення рослин, що безпосередньо призводить до зростання врожайності культури. Склад досліджуваного препарату є двокомпонентним. Перший компонент — це суспензія бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium japonicum* М-8 або 46). Другий компонент включає комплекс біологічно активних речовин, серед яких: ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти, хелатовані мікроелементи та стартові концентрації сполук макроелементів.

Біологічний вплив препарату проявляється у його всебічній дії на вегетаційний процес рослин. Засіб сприяє збільшенню схожості насіння і його енергії проростання, стимулює формування міцної системи коренів і активізує азотфіксуючу взаємодію між рослинами та бактеріями. Вплив препарату на рослину сприяє інтенсифікації процесів фотосинтезу, що веде до збільшення асиміляційної поверхні як кореневої системи, так і надземної частини. Такий підхід, відповідно, покращує поглинання поживних речовин. Завдяки активності бактерій, що вводяться, рослини отримують додаткові джерела азоту та фосфору. Препарат також інтенсивно впливає на формування репродуктивних структур, що в підсумку суттєво покращує врожайність

культури. Поєднання всіх цих ефектів забезпечує сталість у зростанні врожаю та підвищення якісних показників продукції. Цей препарат можна використовувати як на постійних площах вирощування сої, так і на нових полях. Ефективність інокуляції зберігається у ґрунті навіть за високої щільності аборигенних бактерій.

Ефективність застосування препарату «Ризогумін-Плюс» забезпечує значний приріст урожайності сої. На нових площах його використання дозволяє збільшити врожайність на 30–50%, а за умов наявності щільної популяції бульбочкових бактерій у ґрунті — приріст становить 20–25%. Досягти потрібного результату можна тільки за умови точного дотримання вказівок щодо застосування лікарського засобу.

Спосіб використання та дозування. Для обробки 1 тонни насіння сої необхідно застосувати 3 літри препарату, які складаються з 2,7 л компонента №1 та 0,3 л компонента №2.

Процедура підготовки розчину передбачає, що обидва компоненти слід ретельно збовтати, об'єднати в одній ємності та додати воду без хлору (в обсязі 1–1,5% від маси насіння). Отриманий робочий розчин наноситься на насіння за допомогою доступних засобів. Завдяки наявності полісахаридів у складі препарату, використання додаткового прилипача не є обов'язковим.

Отримати бажаний результат можна лише при чіткому дотриманні інструкцій щодо використання лікарського засобу. Обробку насіння слід проводити в день сівби або за 1–2 доби до неї, використовуючи спеціалізовані машини (наприклад, типу ПК-20 Супер або ПКС-20 Супер). Важливою вимогою перед початком робіт є повне очищення обладнання від протруйників, зокрема їх залишків.

Препарат сумісний з фунгіцидами Максим XL 035 FS, Фундазол та Вітавакс-200ФФ за умови їх внесення за 7–10 днів до бактеризації. Якщо ж вони застосовуються одночасно з Ризогуміном-Плюс, дозування біопрепарату потрібно подвоїти. Гербіциди впливають на рослини фітотоксично, тому їх слід вносити завчасно.



Рис. 1.1. Біопрепарат Ризогумін для сої (рідкий)

Заходи безпеки. Уникайте потрапляння прямого сонячного світла на препарат, приготований розчин чи бактеризоване насіння.

Зберігання. Термін зберігання становить 60 діб за умови зберігання в темному місці або холодильній камері при температурі, що не перевищує  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  [40].

**Біоглобін є інноваційним стимулятором росту та підвищення врожайності рослин, що базується на натуральному складі. Цей унікальний препарат дозволяє суттєво збільшити кількість і масу плодів, а також підвищити їхню стійкість під час зберігання.**

Цей екологічно чистий засіб нового типу не має аналогів як в Україні, так і в світі. Він поєднує в собі біологічний, екологічний і енергетичний підхід, не належить до хімічних препаратів і сприяє збагаченню рослин білками, ферментами, а також підсилює їхню здатність накопичувати енергію сонячного світла. Завдяки його використанню врожайність сільськогосподарських культур

може зрости на 50-100%, що значно перевищує результати, які дають інші стимулятори.

Препарат виготовляється з білків плаценти сільськогосподарських тварин (корів і свиней). У процесі спеціальної обробки утворюються білкові ланцюжки (пептиди та поліпептиди), що діють як своєрідні антени для поглинання енергії сонячного світла. У клітинах рослин вони багаторазово (у тисячі разів) інтенсифікують біохімічні перетворення і слугують будівельним матеріалом для створення їхньої біомаси.

Препарат застосовується у вигляді розчину, яким обприскують листя рослин у період вегетації. Основні характеристики застосування Біоглобіну

- Продукт випускається у формі суспензії, яку потрібно розводити водою безпосередньо перед використанням.

- Для росту рослин необхідні традиційні макро- та мікродобрива, тому Біоглобін слід використовувати разом з ними.

- Ефективність препарату залежить від температури навколишнього середовища: при температурі вище  $+40^{\circ}\text{C}$  його вплив на врожайність знижується, однак функція постачання рослин вологою та енергією зберігається.

Рекомендації щодо зберігання

- Зберігати препарат у неметалевій тарі.
- Використовувати приготовлений розчин одразу після приготування.
- Зберігати препарат у темному місці за температури від  $+4^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$ , наприклад, у холодильнику чи льоху.

Інструкція із застосування Біоглобіну. Препарат доступний у вигляді суспензії білуватого або жовто-зеленого кольору з осадом, який утворюється під час тривалого зберігання. Пропонуються упаковки об'ємом 50 мл, 500 мл та 1 л. Перед використанням суспензію розводять у воді відповідно до інструкції:

Готовий розчин можна використовувати для замочування насіння чи бульб перед вирощуванням або для обприскування рослин в будь-який період їхньої вегетації. Рекомендована норма витрат — 10 літрів розчину на 1 сотку.

Особливості використання для сільськогосподарських культур. Ефективність Біоглобіну залежить від точного визначення фази розвитку рослини, під час якої препарат буде введено:

- Обробка насіння підвищує його схожість.
- Обробка перед посадкою стимулює проростання.
- Під час активного росту препарат підсилює розвиток надземної частини.
- Використання у фазі формування плодів сприяє їхньому збільшенню у вазі.



Рис. 1.2. Біологічний стимулятор Біоглобін 1000мл, Медбіоком

Виробництво «Біоглобіну» базується на використанні тканин плаценти людини та тварин як основної сировини. Завершальний етап виробничого процесу дозволяє отримати високомолекулярний білок, розщеплений на ключові структурні «цеглинки» біологічного світу. Ці компоненти є універсальними для рослин, тварин та людей, що забезпечує високу біодоступність і біосумісність препарату для всіх живих організмів. Головна

активна складова «Біоглобіну» – це білкові ланцюги (поліпептиди), які містять амінокислоти з оксигрупами у бокових ланцюгах, такі як оксипролін або оксилізін. Завдяки цьому, такі поліпептиди здатні виконувати регулюючі, сигнальні та коригувальні функції в метаболічних процесах живих організмів. Вони також забезпечують багатофункціональний фармакологічний вплив препарату. «Біоглобін» включає повний спектр амінокислот, що надзвичайно важливо, оскільки це сприяє нормалізації та посиленню синтезу всіх необхідних видів білків. Амінокислоти є будівельним матеріалом для процесу формування білків. Відповідно, застосування препарату «Біоглобін» забезпечує рослинні організми цими необхідними елементами. Як наслідок, збільшується синтез білкової маси і прискорюються реакції її утворення. Це робить препарат стимулятором росту і продуктивності рослин, адже він збільшує як кількість, так і вагу сільськогосподарських культур. Завдяки вмісту поліпептидів та амінокислот у «Біоглобіні», препарат комплексно впливає на рослини: збільшує синтез білка та швидкість цього процесу, підвищує енергетичний рівень у рослинах та сприяє транспортуванню енергії між клітинами і всією системою живого організму.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Ґрунтові та метеорологічні умови

Дослідження сої проводилися в північно-східній частині Лісостепу України в рамках короткоротаційної польової сівозміни на базі ТОВ «МХП «Урожайна країна», розташованого в селі Пустовійтівка Роменського району. Повна назва та юр. адреса ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «МХП-УРОЖАЙНА КРАЇНА» — юридична адреса: 42020, Сумська обл., Роменський р-н, с. Пустовійтівка, 4-й пров. Центральної, буд. 2Б. Бенефіціар — група МХП. Підприємство входить до мережі та практик МХП (стратегічні підрозділи холдингу): це означає стандартизовані агротехнології, централізовані закупівлі, доступ до елеваторів та логістики холдингу. МХП-«Урожайна країна» згадується серед лідерів за врожайністю у Роменському районі [44].

Основні напрями діяльності включають вирощування зернових, бобових культур та насіння олійних рослин (код 01.11). Додатково здійснюються складська діяльність і торгівля паливно-мастильними матеріалами. Підприємство є одне з більших у Роменському районі (площі — близько 4–5 тис. га у певні роки) [45].

Господарство розташовано за координатами місця  $\approx 50.7424$  N,  $33.5317$  E. До головної дороги (траса N07 / Київ–Суми–Чугуїв) зовсім близько. Село розташоване поруч, відстань від центру села до траси приблизно 3–6 km.

Ґрунти в районі проведення досліджень (Пустовійтівка належить до лісостепової зони) типові ґрунти: середньосуглинисті малогумусні чорноземи. Орний шар ґрунту має такі ключові характеристики: вміст гумусу становить 4,6%, рівень сольового рН – 5,5, сума ввібраних основ досягає 35,6 мг-екв., кількість рухомих форм фосфору знаходиться на рівні 19,3 мг/100 г ґрунту, обмінний калій складає 8,1 мг/100 г, а вміст легкогідролізованого азоту за методом Корнфілда оцінюється у 14,2 мг/100 г ґрунту. Отже, умови для вирощування культур зернової та технічної груп є сприятливими.

Тривалість вегетаційного періоду в період 2023-2025 рр. досліджень сої коливається від 111 до 128 діб залежно від років досліджень.

На врожайність сої у певні роки значною мірою впливав водний режим у критичний період формування врожаю, який тривав з третьої декади червня до третьої декади серпня включно. Попри нерівномірний розподіл опадів, їх зменшення до 178,6 мм та коливання температур, у 2023 році було зафіксовано підвищену продуктивність сої. Гідротермічний коефіцієнт за період вегетації (з травня по серпень) становив 0,74. Такий показник характеризує умови вегетації як середньосухі. Разом із тим, друга декада липня (період цвітіння-утворення бобів) характеризувалася як тепла та волога. Середньодобова температура повітря, зафіксована протягом місяця, становила 19,6 ° С [20]. Цей показник майже відповідав нормі, будучи лише незначно нижчим за багаторічний показник (20,2 ° С). При цьому кількість опадів досягла 29,6 мм, що склало 123% від багаторічного показника, який становить 24 мм. 2023 в цілому дав кращу гідротермічну суму У фазі утворення бобів — тому середня врожайність була вищою.

Весняні заморозки 2024 локально пошкоджували сходи що теж знизило потенціал урожаю в окремих господарствах. За результатами аналізу погодних умов у вегетаційний період 2024 року встановлено, що середня добова температура повітря під час росту сої досягала 20,9 °С, перевищуючи норму багаторічних спостережень на 2,4 °С. Літо 2024 — сильна спека й посуха, від чого стручки «пустіли», рослини не мали вологи для формування бобів — це головна причина падіння врожайності у 2024. Опадів випало лише 114 мм. Вегетаційний період щодо зволоження не відповідав потребам рослин сої. Нерівномірність розподілу опадів та зменшення їх кількості і перепади температур вплинули на рівень продуктивності культури. Гідротермічний коефіцієнт протягом вегетаційного періоду (з травня по серпень) дорівнював 0,5.

Рік 2025 — мікс проблем: аномально тепла зима та рясні дощі в деяких періодах, які затримували посіви й ускладнювали роботу техніки; через це

спостерігали падіння урожайності в 2025 порівняно з 2024 та 2023 роками. Упродовж усього періоду до формування бобів у 2025 році соя перебувала в умовах дефіциту вологи. Як наслідок, спостерігалось загальмування розвитку рослин, що погіршувало структуру їхньої врожайної частини.

Посів сої цього року припав на травень, місяць із помірно теплою погодою, що розпочався з дощів. Однак, попри опади, температура повітря не знижувалася, а навпаки, піднімалася. У деякі дні термометри фіксували майже літні значення.

Бобоутворення та наливання зерна сої проходило також в умовах стресу, що не могло не позначитися на реалізації продуктивності посіву. У підсумку загальна кількість плодоеlementів була низькою і урожайність сої - не високою. ГТК протягом усього вегетаційного періоду склав 0,36, це вказує на розвиток інтенсивної посухи.

Протягом літнього періоду нараховувалося лише 13 днів із опадами. Загальна кількість активних температур, вища за +10°C за літо, склала 2392,6°C, тоді як багаторічний показник становив 1790°C. Високі температури та суховії спричиняли перегрів рослин, що призводило до формування неякісного насіння або навіть пустих бобів. Це обмежило можливість реалізувати потенціал продуктивності досліджуваного сорту в цьому році.

Розмаїття погодних умов протягом років досліджень зумовило варіативність рівня врожайності сої залежно від року. Вологозабезпечення займає центральне місце у формуванні впливу біотичних і абіотичних факторів на рослини. Наприклад, за зниження вологості повітря до критичного рівня змінюється вплив температурного режиму, що може спричинити "висушування" рослин. Що це означає для них? Для запобігання перегріву посилюється транспірація. Але якщо в ґрунті недостатньо доступної вологи, рослини втрачають тургор. Кожен день стресу для рослин означає зниження врожайності на 1%.

Гідротермічні умови вегетаційного періоду сої в 2023–2025 роках характеризувалися високими середньомісячними температурами повітря,

різкими перепадами температур та дефіцитом опадів. Це демонструє тенденцію змін кліматичних умов у напрямку потепління.

## 2.2. Схема, методика та агротехнічні умови проведення досліджень

У рамках досліджень планувалося провести аналіз обробки насіння сої препаратами відповідно до встановленої експериментальної схеми. (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1**

Схема польового досліджу

<b>Підготовка насіння до сівби</b>
Контроль — насіння, зволожене водою, без використання препарату.
Ризогумін (2 кг/т) – мікробний препарат ( біодобриво )
Біоглобін (1,0 л/т) – біологічний стимулятор росту
Ризогумін (2,0 кг/т)+ Біоглобін (1,0 л/т)

Для всебічної оцінки результатів польових досліджень проводили фенологічні спостереження згідно з чинними методиками Держсортівипробування сільськогосподарських культур і досліджень у галузі кормовиробництва. У процесі роботи відстежували визначальні фази розвитку і росту рослинного організму. Фаза вважалася розпочатою, щойно її прояв спостерігався приблизно у 10% рослин, а завершення — коли ця стадія охоплювала близько 75% популяції [42, 43]. Крім того, визначали щільність рослин на стадії повного сходження та напередодні збирання врожаю, повторюючи вимірювання тричі. Висоту рослин визначали шляхом вимірювання 25 вибраних екземплярів у характерних фазах росту і розвитку сої [42, 22].

Перед збором врожаю здійснювали відбір пробних снопів із кожного дослідного варіанта для аналізу індивідуальної продуктивності рослин. Зерно сої збирали прямим комбайнуванням за допомогою "Massey Ferguson" у фазі повної стиглості за вологості 14-15%. Вологість зразків визначали із

використанням приладу «Wile 55».. Урожай обліковували подільською, відбираючи зразки для подальших аналізів.

Масу тисячі зерен визначали відповідно до положень стандарту ДСТУ 2949.

Якісні характеристики врожаю оцінювали наступним чином: вміст білка визначався методом Кьельдаля, а жир – методом Сокслета.

Дані були проаналізовані за допомогою дисперсійного аналізу з використанням програмних пакетів Excel та Statistica 6.0 [22].

У ході досліджень використовували сорт сої Сіверка, який рекомендований для культивування в північній і північно-східній частинах Лісостепу України. Для проведення експериментів застосовували насіння генерації супереліта. Сорт сої Сіверка належить до ультраскоростиглих зернових культур, рекомендованих для вирощування в степових, лісостепових та поліських регіонах України. Він був створений шляхом індивідуального відбору з гібридної популяції та унесений до офіційного переліку сортів рослин України у 2013 році. Сіверка відзначається винятковою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, що робить її придатною для успішного вирощування у багатьох регіонах країни.

Висота рослин даного сорту становила в середньому 87–97 см, при цьому нижні боби формувалися на рівні 10–13 см від поверхні ґрунту. Листя трійчасте, середній листочок широко яйцеподібний, квітки білі, а боби мають сіре фарбування та слабо вигнуту форму. Насіння овальне, жовтого кольору з жовтим рубчиком, масою 170-175 г на 1000 штук. Сорт характеризується високим вмістом білка (41-42%) та олії (20-21%), що робить його цінним як для кормового виробництва, так і для харчової промисловості.

Попередником для вирощування культури слугувала озима пшениця. Технологія ведення агротехнічних заходів була стандартною для регіону, де проводилися дослідження. Після збирання врожаю попередника виконували основний обробіток ґрунту, який включав дискування на глибину 8–10 см, а після цього проводилася оранка до глибини 22–25 см. Навесні здійснювали

ранньовесняне закриття вологи за допомогою МТЗ-892 + ЗБТУ-1,0 та передпосівний обробіток ґрунту, який полягав у культивуванні на глибину 6–8 см з обов'язковим прикочуванням для створення оптимальних умов для висіву на задану глибину.

Загальна площа ділянки для посіву становила 168 м<sup>2</sup>, з них облікова площа склала 114 м<sup>2</sup>. Сої висівали суцільним способом сівалкою СС-16 з нормою висіву 0,850 млн схожих насінин/га. Перед посівом, за 20 діб, насіння обробляли протруйником Максим XL 035 FS у дозі 1 л/т. Перед сівбою піддавали додатковій обробці: зволожували водою, обробляли мікробним препаратом «Ризогумін», стимулятором росту «Біоглобін», а також сумішшю цих засобів.

Для проведення досліджень використовували гербіциди, дозволені до застосування на території України відповідно до чинного нормативного переліку пестицидів і агрохімікатів.

### РОЗДІЛ 3

## ВПЛИВ РІЗНИХ МЕТОДІВ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ, БІЛКОВИЙ ТА ОЛІЙНИЙ СКЛАД НАСІННЯ СОЇ

Стабільне вирощування сої в Україні можливе лише за умови модернізації технологій культивування та впровадження інноваційних підходів до агротехнічного процесу. Кліматичні зміни глобального масштабу та поширення високопродуктивних інтенсивних сортів диктують необхідність розробки ефективних технологічних рішень, які забезпечать гарантовано високий урожай якісного насіння цієї культури. Подібні заходи повинні бути орієнтовані на ефективне використання біокліматичних ресурсів регіону, раціональний добір сортів культур, а також на забезпечення оптимального рівня мінерального та бактеріального живлення. Це дає змогу повніше реалізувати генетичний потенціал рослин і досягти високої продуктивності сільськогосподарських угідь.

На світовому рівні широкого поширення набула практика передпосівної обробки насіння, оскільки це один із найефективніших методів у системах удобрення будь-яких сільськогосподарських культур. Такий підхід дозволяє не лише компенсувати дефіцит окремих макро- та мікроелементів у рослинах, але й значно підвищити їх імунітет, стійкість до захворювань і адаптивність до стресових умов. Використання ефективних штамів бульбочкових бактерій, спільно з сучасними гібридами зернобобових, особливо сої, призводить до значного збільшення врожайності, сягаючи 10-30%. Також, зазначається підвищення білкового вмісту в насінні на 2-6%, що позитивно впливає на його якість як для харчування, так і для годівлі тварин. Такий ефект досягається навіть у випадках, коли у ґрунті вже існують природні або раніше інтродуковані популяції бульбочкових бактерій, що підкреслює універсальність і стабільну ефективність даного біотехнологічного підходу.

### **3.1. Оцінка індивідуальної продуктивності сої під впливом мікробного препарату і регулятора росту**

Формування продуктивності сої зумовлюється дією комплексу взаємопов'язаних чинників, серед яких визначальними є п'ять основних структурних компонентів урожайності: густина стояння рослин, кількість бобів на рослині, число насінин у бобі, маса насіння з однієї рослини та маса 1000 зерен. Саме ці показники визначають потенційну здатність культури реалізувати свій генетично закладений рівень урожайності. Індивідуальна продуктивність кожної рослини виступає важливим індикатором впливу умов вирощування, агротехнічних прийомів та сортових особливостей на процес формування врожаю, що дає змогу оперативного коригувати технологічні параметри вирощування для досягнення максимальної ефективності [40]. Елементи структури врожайності залежать від повноцінного мінерального живлення рослин на всіх етапах вегетації. Недостатнє або нерівномірне постачання поживних речовин зумовлює зменшення кількості та маси бобів і насінин, що знижує продуктивність. Особливо це стосується сортів інтенсивного типу, які характеризуються підвищеними вимогами до умов живлення. Повна реалізація біолого-генетичного потенціалу сорту та досягнення високої врожайності можлива лише за умови оптимального забезпечення рослин збалансованим комплексом макро- і мікроелементів.

Поглиблений аналіз складових структури врожаю сортів сої виявив, що основними факторами, які впливали на їхні показники під час польових досліджень, були погодні умови та вивчені агротехнічні заходи.

Густина посівів сої протягом періоду дослідження (2023–2025 рр.) була змінною: у цілому по досліді вона варіювала від 717,3 до 724,4 тис. шт./га, що є достатньо високим показником. Водночас, саме у 2025 році було зафіксовано нижчу густоту стояння рослин — від 473,3 до максимального значення 530 тис. рослин на гектарі (див. Табл. 3.1) .

Кількість сформованих бобів на одній рослині істотно варіює залежно від умов середовища. У більшості випадків у пазухах листків закладається від

трьох до тридцяти п'яти квіток, однак через значну абортівність (яка може досягати 36–81%), зумовлену дією стресових факторів або біологічними особливостями сорту, формується не більше 12 бобів. У верхівковій частині рослини цей показник може сягати до 30 бобів [42]. Маса насіння з однієї рослини є важливим критерієм її індивідуальної продуктивності. Значення цього показника варіює від 0,1 до 30 г залежно від сукупного впливу чинників, зокрема кліматичних умов і властивостей сорту. Дослідження також показали, що зазначений показник значною мірою реагує на дію аналізованих факторів.

Результати аналізу структурних елементів урожаю сої (табл. 3.1) свідчать про наявність варіантів із максимальною індивідуальною продуктивністю рослин. Найкращі результати кількості бобів (21,2 шт.) та кількості насінин (35,6 шт.) отримані з окремої рослини в тому варіанті, де проводилася передпосівна обробка насіння мікробним препаратом «Ризогумін». Застосування препарату забезпечило приріст цих показників на 14,6% та 21,1% відповідно, порівняно з абсолютним контролем.

Також у цьому ж дослідному варіанті зафіксовано найвищу масу насіння, отриманого від однієї рослини — 5,87 г. Це значення є більшим на 1,15 г (або на 24,4%) порівняно з контрольною групою, де передпосівна обробка насіння не проводилася.

Маса тисячі насінин — один із провідних показників, що визначає структуру врожаю та якість насіннєвого матеріалу сої. Цей параметр має особливе значення у насінництві, оскільки суттєво впливає на посівні властивості культури та її потенційну продуктивність. На цей показник значно впливає погода під час росту рослини, але його визначальним фактором є спадкові характеристики сорту. Згідно з дослідженнями Ю. П. Мякушка та А. В. Кочегури, маса тисячі насінин у сої майже на 80–90 % визначається спадковими особливостями сорту, що підтверджує високу стабільність і генетичну зумовленість цієї ознаки. Вона успадковується досить постійно та демонструє пряму кореляційну залежність із рівнем урожайності, тому є одним із ключових критеріїв у процесі селекційного добору.

Таблиця 3.1

Вплив обробки насіння і рослин досліджуваними препаратами на формування елементів структури врожаю сої

Обробка насіння (фактор А)	Густота рослин, шт./га		Кількість на рослині, шт.				Маса зерна з рослини, г		Маса 1000 насінин, г	
			бобів		насінин					
	2025	2023-2025	2025	2023-2025	2025	2023-2025	2025	2023-2025	2025	2023-2025
Контроль (вода)	506,7	721,3	18,5	11,8	29,4	22,3	4,72	2,70	160,7	153,6
Ризогумін (2 кг/т)	528,3	726,1	21,2	13,7	35,6	25,8	5,87	3,31	164,6	159,4
Біоглобін (1,0 л/т)	473,3	717,3	21,0	13,1	35,2	24,7	5,72	3,11	162,5	157,7
Ризогумін (2,0 кг/т)+ Біоглобін (1,0 л/т)	530,0	724,4	18,7	12,0	32,0	23,5	5,04	2,85	157,5	154,1
<i>НІР 05</i>			<i>2,614</i>		<i>5,113</i>		<i>0,974</i>		<i>4,415</i>	

В умовах 2025 року було зафіксовано високу середню масу 1000 насінин, яка по досліді становила 161,3 г [35]. Зростання цього показника за варіантами досліді відбувалося синхронно з іншими елементами структури врожаю. Проведення інокуляції насіння сої дозволило отримати найбільшу масу 1000 насінин — 164,6 г, що перевищує показник у контрольному варіанті на 3,9 г (або 2,4%).

Узагальнені результати досліді свідчать, що найкращі показники структури врожаю були досягнуті у варіанті із застосуванням «Ризогуміну» спільно з розчином регулятора росту. Зокрема, кількість бобів (21,2 шт.) та насінин (35,6 шт.) на одну рослину перевищила контрольні та інші дослідні варіанти на 1,9 шт. та 6,2 шт. відповідно.

Цей же варіант обробки показав високу ефективність і щодо маси зерна, отриманого з однієї рослини (5,87 г), а також маси тисячі насінин — 164,6 г. Приріст за цими показниками, порівняно з абсолютним контролем, становив 1,15 г та 3,9 г відповідно.

Усереднені показники за 2023–2025 рр. свідчать, що найвищі показники структури врожаю формувалися у рослин, вирощених після передпосівної обробки насіння мікробним препаратом «Ризогумін» (з нормою 2 кг/т). Таким чином, було встановлено, що саме в цьому варіанті індивідуальна продуктивність набувала максимальних значень.

Дослідження показало, що всі вивчені фактори (як окремо, так і в комбінації) позитивно впливали на кількість насіння. При цьому динаміка цього показника була аналогічною залежності для кількості сформованих бобів.

Зокрема, кількість бобів та зерен становила 13,7 шт./роsl. та 25,8 шт./роsl. відповідно, що на 1,9 шт. та 3,5 шт. перевищує показники в абсолютному контролі. Водночас, у варіанті із сумісним застосуванням «Ризогуміну» та «Біоглобіну» для обробки насіння спостерігалася лише тенденція до зростання показників структури врожаю, порівняно з необробленим контролем. Однак, цей результат був найменшим серед усіх досліджуваних варіантів.

Отже, максимальна реалізація генетичного потенціалу сорту сої «Сіверка» (і, як наслідок, найвищі показники індивідуальної продуктивності) досягається за умови інокуляції насіння лише препаратом «Ризогумін».

### **3.2. Вплив досліджуваних чинників на продуктивність сої**

Нинішні методи культивування агрокультур набувають більшої складності й інтенсивності знань. Формування кінцевого врожаю є багатогранним процесом, який залежить як від генетичного потенціалу рослин, так і від чинників зовнішнього середовища. Для забезпечення високих показників урожайності важливо мати повну інформацію про вплив окремих факторів і їхню взаємодію на ріст та розвиток культур, а також здатність

прогнозувати реакцію рослин на ці впливи. Розкриття продуктивного потенціалу сої вимагає створення адаптивних технологічних рішень, що відповідають ґрунтово-кліматичним умовам конкретного регіону. Актуальною проблемою сьогодення є ресурсозбереження, зокрема пошук шляхів скорочення найбільш витратної складової технології — мінеральних добрив для посівів сої [46]. Саме шляхом оптимізації технології вирощування сої, зокрема через передпосівну обробку насіння, можна суттєво підвищити реалізацію генетичного потенціалу культури. Як зазначає Ф. Ф. Мацков, застосування позакореневих підживлень дозволяє посилити живлення рослин у критичні фази розвитку, коригувати активність ферментів і впливати на внутрішньоклітинні обмінні процеси. Це дає змогу цілеспрямовано регулювати формування врожаю, впливаючи на процеси росту й розвитку індивідуальних органів та тканин рослини [47]. Протягом проростання насіння та вегетації рослини сої часто піддаються впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища, що призводить до їхнього пригнічення, ураження хворобами та, як наслідок, є однією з причин низької продуктивності. Цю проблему можливо вирішити шляхом правильного підбору сорту та впровадження науково обґрунтованої системи передпосівної обробки насіння, що, у свою чергу, дозволяє мінімізувати стресові ситуації для рослин і забезпечує високі показники продуктивності посівів сої та якість одержаного насіння.

З метою оцінки ефективності різних біологічних препаратів протягом трьох років (2023–2025 рр.) були проведені польові дослідження на посівах сої, розташованих у зоні Лісостепу [48]. У досліді розглядалися варіанти обробки насіння перед посівом за допомогою препаратів «Ризогумін» і «Біоглобін», які застосовувалися як окремо, так і у комбінації, у порівнянні з контрольним варіантом без обробки. Дані про особливості формування врожайності насіння культури сої при різних варіантах застосування препаратів за 2025 рік та усереднено за всі роки досліджень наведено в таблиці 3.2.

Дослідження 2025 року показали, що продуктивність сої сорту «Сіверка» істотно змінювалася залежно від проведеної інокуляції насіння.

Найвищі показники середньої врожайності за трирічний період дослідження були досягнуті у варіанті із застосуванням «Ризогуміну», де врожайність склала 2,41 т/га. Це значення перевищує контрольний показник на 0,39 т/га (приріст 19,3%), що підтверджує позитивний вплив цього препарату на формування азотфіксуючих бульбочок та інтенсифікацію біологічної фіксації азоту.

Насіння, оброблене «Біоглобіном», дало урожайність 2,25 т/га, перевищуючи на 0,23 т/га (або 11,4%) показник контролю. Вплив препарату був стабільним, хоча трохи поступався ефекту «Ризогуміну». Це можна пояснити різною спрямованістю дії препаратів: «Біоглобін» головним чином стимулює загальний ріст та розвиток рослин, а не симбіотичну фіксацію азоту.

Спільне використання препаратів «Ризогумін» та «Біоглобін» не забезпечило очікуваного синергічного ефекту. У зазначеному варіанті середня продуктивність дорівнювала лише 2,09 т/га, що лише на 0,07 т/га перевищує показники контрольного варіанта. Ймовірно, одночасне використання двох біопрепаратів призвело до взаємного пригнічення активності мікроорганізмів або надмірної концентрації діючих речовин у зоні проростання насіння.

Середньорічна врожайність сої протягом трирічного періоду дорівнювала 2,19 т/га, забезпечивши приріст у 0,37 т/га порівняно з необробленим контролем. Контрольний варіант характеризувався найнижчою урожайністю — 2,02 т/га, що відображає природний потенціал культури без біологічної стимуляції.

Значення найменшої істотної різниці ( $HP_{05}$ ) варіювало у діапазоні від 0,118 до 0,424 т/га залежно від року проведення дослідження. Така змінна варіабельність показника  $HP_{05}$  підкреслює різний рівень надійності та мінливості результатів, отриманих протягом різних років досліджень. У 2023 і 2025 роках різниця між Ризогуміном і контролем перевищувала поріг достовірності, отже ефект препарату був статистично значущим.

Таблиця 3.2

Рівень урожайності сої за умови використання біопрепарату та стимулятора росту, т/га

Обробка насіння	Урожайність т/га			
	2023	2024	2025	середнє
Контроль	2,30	1,91	1,85	2,02
Ризогумін (2 кг/т)	2,51	2,43	2,29	2,41
Біоглобін (1,0 л/т)	2,47	2,31	1,96	2,25
Ризогумін (2,0 кг/т)+ Біоглобін(1,0 л/т)	2,41	2,02	1,84	2,09
Середнє по досліді	2,42	2,17	1,99	2,19
<i>НІР 05</i>	<i>0,153</i>	<i>0,424</i>	<i>0,118</i>	

За даними В. Ф. Петриченка та співавторів [48, 49], найвищі врожаї насіння сої досягаються у випадку, якщо гідротермічний коефіцієнт (ГТК) під час вегетаційного періоду перебуває в діапазоні 1,37–1,65. Зниження значення цього показника призводить до скорочення вегетаційного періоду сортів сої, тоді як його зростання, навпаки, сприяє подовженню тривалості вегетації. Крім того, для досягнення продуктивності на рівні 2,2–2,6 т/га середньостиглим сортам сої (з тривалістю вегетації 111–130 днів) необхідна сумарна кількість опадів не менше 370 мм.

Міжрічну мінливість урожайності по роках також спостерігали і ми. Найвищі показники відмічено у 2023 р. (2,30–2,51 т/га) — рік відзначався сприятливими агрометеорологічними умовами: достатньою кількістю опадів та помірними температурами у період формування бобів.

Згідно з аналізом кліматичних факторів, найсприятливішим для росту та розвитку сої виявився 2023 рік, що характеризувався показником ГТК 0,74 та сумою опадів за вегетаційний період 178,6 мм [52]. Завдяки достатній кількості продуктивної вологи та оптимальним сумах активних температур, цей рік забезпечив найвищий рівень урожайності порівняно з наступними роками.

Вегетаційні періоди 2024 та 2025 рр., навпаки, відзначалися недостатньою та нерівномірною кількістю опадів у порівнянні з 2023 роком. Середня температура повітря коливалася в діапазоні 16,9–24,0 ° С, при цьому в окремі проміжки сягала 32 ° С, що спричиняло тепловий стрес.

У 2025 році врожайність сої знизилася до 1,84–2,29 т/га, що може бути прямим наслідком дефіциту вологи у критичну фазу наливу зерна. В результаті, найвища врожайність була зафіксована у 2023 році (2,42 т/га), тоді як у 2025 році показник по досліді був найнижчим — 2,19 т/га.

Всі роки дослідження (2023, 2024 та 2025 р.) мали значний дефіцит вологи з показниками ГТК 0,74, 0,5 та 0,36 і кількістю опадів за вегетаційний період 178,6 мм, 114 мм та 85,3 мм через що відбулося суттєве зниження продуктивності сої, особливо у 2025 році ( додаток А ).

За підсумками трирічного експерименту встановлено, що передпосівна обробка насіння «Ризогуміном» стимулює розвиток продуктивності кожної рослини сої сорту «Сіверка». Це стосується усіх ключових показників: кількості бобів на рослині, насінин у бобі, маси зерен з рослини та маси 1000 насінин, а також загальної врожайності насіння. Застосування цього препарату також сприяло підвищенню продуктивності симбіотичних соєво-ризобіальних систем в умовах дії несприятливих чинників довкілля. Таким чином, найбільш ефективним у дослідженні виявився «Ризогумін» (з нормою 2 кг/т), який продемонстрував стабільне підвищення врожайності сої.

Препарат Біоглобін мав помірний, але також позитивний вплив. Комбінація двох препаратів не забезпечила істотного приросту врожайності порівняно з окремим застосуванням. Таким чином, окреме застосування мікробіологічного препарату «Ризогумін» дозволяє отримати більший приріст врожайності, ніж при його комбінованому використанні з регулятором росту «Біоглобін» .

### **3.3. Дослідження впливу мікробного препарату та регулятора росту рослин на частку сирого білка і жиру у насінні сої**

У сучасних умовах постійне зростання населення планети потребує інтенсифікації виробництва продуктів з високою енергетичною цінністю, тому білок і жир розглядаються як одні з найцінніших сировинних компонентів на ринку. Соя, яка протягом тривалого часу застосовується як універсальна харчова, кормова та технічна культура, має важливе значення для вирішення цього глобального питання.

Насіння сої має унікальний хімічний склад, що характеризується поєднанням найважливіших органічних сполук — жирів та білків. Згідно з наявними даними, насіння сої у своєму складі містить від 38 до 43% сирого протеїну, 19–25% жиру та 25–30% вуглеводів [49]. Кількісний і якісний склад білка та жиру в насінні сої визначається переважно її генетичними особливостями. Співвідношення основних компонентів — білка, олії та їх загального вмісту — значною мірою змінюється залежно від сорту, регіону вирощування, терміну сівби, погодних умов і умов зберігання. Зокрема, відомо, що підвищення середньодобової температури (наприклад, з 25 ° С до 33 ° С) спричиняє зниження вмісту олії [49]. Більшість науковців сходяться на думці, що в роки з прохолоднішим періодом вегетації у соєвому зерні концентрується менше білка, ніж за умов підвищених температур. При цьому вміст білка також контролюється генетично і залежить від характеристик сорту.

Станом на сьогодні дослідники не дійшли спільного висновку стосовно того, чи існує пряма залежність між урожайністю сої та кількістю білка в її насінні. У деяких наукових дослідженнях фіксується, що зростання врожайності супроводжується зниженням вмісту білка, тоді як інші експерименти демонструють підвищення вмісту білка одночасно зі зростанням зернової продуктивності.

Застосування обробки насіння до посіву разом із подальшими позакореневими обробками культури справило вплив не лише на зміну рівня врожайності, а й на якісні характеристики насіння сої.

Соя є однією з провідних бобових культур, що здатна накопичувати біологічний азот завдяки розвитку бульбочкових бактерій. Українські фахівці вважають, що інокуляція посівного матеріалу не лише покращує показники урожайності, а й може збільшувати білкову складову насіння на 0,5–3,0%. Важливо, що білок, сформований у результаті азотфіксації, має значно кращу якість порівняно з білком, отриманим рослинами через засвоєння мінерального азоту.

Застосування випробуваних препаратів у процесі передпосівної обробки насіння, як окремо, так і в комбінації, призвело до збільшення вмісту сирого протеїну в соєвих насіннях (див. таблицю 3.3) [57]. В 2025 році рівень сирого протеїну в насінні коливався в залежності від обраної схеми обробки. Показник у 37,73% було відмічено у досліді з застосуванням препарату «Ризогумін» у нормі 2 кг/т, який забезпечив найкращий результат, що на 1,23% перевищило контрольний варіант (36,50%). Цей ріст обумовлений тим, що інокульовані рослини демонстрували розширену асиміляційну здатність як у кореневій, так і в надземній частинах, що сприяло підвищенню синтезу білка в зернах.

Застосування Біоглобіну (1,0 л/т) призвело до підвищення вмісту протеїну — 37,30%, тобто на 0,8% вище контролю.

Використання комбінації мікробіологічного засобу «Ризогумін» та регулятора росту під час передпосівної підготовки насіння спричинило зниження рівня сухої маси білка в соєвих зернах, якщо порівнювати з окремим застосуванням кожного компонента. Поєднана обробка «Ризогумін + Біоглобін» забезпечила вміст протеїну на рівні 36,83%. Хоча цей показник лише незначно перевищує контрольний варіант, він все ж таки виявився вищим за абсолютний контроль.

На основі усереднених результатів трирічних досліджень (2023–2025 рр.) вміст протеїну коливався від 35,94% (контроль) до 37,79% (Ризогумін), що свідчить про стабільну дію препарату протягом усього періоду досліджень. Таким чином, використання біопрепарату Ризогумін сприяло більш

інтенсивному формуванню білкових сполук у зерні, ймовірно, завдяки активізації симбіотичної азотфіксації.

**Таблиця 3.3**

Дослідження впливу біопрепарату та стимулятора росту на вміст білка, олії та урожайності сої (2023 р. та в середньому за 2023–2025 рр.)

Обробка насіння	Вміст сирого протеїну, %	Вміст олії, %	Вихід сирого протеїну, т/га	Вміст сирого протеїну, %	Вміст олії, %	Вихід сирого протеїну, т/га
	2025			середнє за 2023-2025 рр.		
Контроль	36,50	19,67	0,77	35,94	21,04	0,74
Ризогумін (2 кг/т)	37,73	20,80	0,88	37,79	21,43	0,90
Біоглобін (1,0 л/т)	37,30	20,63	0,84	37,25	21,09	0,84
Ризогумін (2,0 кг/т) + Біоглобін (1,0 л/т)	36,83	20,23	0,75	36,37	20,77	0,77
<i>HIP 05</i>	<i>1,171</i>	<i>0,984</i>	<i>0,113</i>			

Разом із показником сирого протеїну досліджується також вміст жиру в насінні, що є важливим критерієм якості зернової продукції. За даними численних досліджень, між умістом білка та часткою олії в соєвому зерні спостерігається чітка негативна кореляція. Однак, результати, отримані у наших дослідженнях, показали, що вищий вміст як білка, так і жиру було зафіксовано в насінні сої, яке перед сівбою підлягало обробці мікробним препаратом.

Вміст олії у зерні змінювався у зворотному напрямку порівняно з протеїном, що є типовим для сої через зворотну залежність між цими компонентами. У 2025 році найвищий вміст олії спостерігався у варіанті Ризогумін (20,80%), тоді як у контролі цей показник становив 19,67%. У варіантах з Біоглобіном та його поєднанням із Ризогуміном вміст олії був дещо нижчим — 20,63% та 20,23% відповідно.

На основі усереднених результатів трирічних досліджень найбільший показник олійності мав варіант із Ризогуміном (21,43%), що на 0,39% вище, ніж у Біоглобіну (21,09%) і на 0,39% вище контролю (21,04%).

Отже, Ризогумін позитивно впливав не лише на білковий, а й на олійний склад зерна, що свідчить про підвищення його біохімічної продуктивності.

Поряд із вмістом сирого протеїну в насінні, вихід цієї речовини з одиниці площі є критично важливим показником, оскільки він інтегрує як якість зерна, так і загальний рівень урожайності сої.

Аналіз показав, що у 2025 році найвищий вихід олії був зафіксований у варіанті з обробкою насіння інокулянтом «Ризогуміном» — 0,88 т/га. Це значення перевищило контрольний показник (0,77 т/га) на 0,11 т/га (або на 14%). Варіант із «Біоглобіном» забезпечив вихід 0,84 т/га, тоді як комбіноване застосування обох препаратів дало 0,75 т/га, що є нижчим результатом, ніж при їх окремій обробці.

За середніми даними трирічних досліджень, вміст сирого протеїну коливався від 0,74 т/га (контроль) до 0,90 т/га (при застосуванні «Ризогуміну»), тобто приріст становив 0,16 т/га (або 21,6%).

Ці результати вказують на те, що Ризогумін стабільно забезпечував найбільший приріст не лише урожайності, а й білкового виходу, що підтверджує його ефективність для підвищення якісних показників продукції.

Для встановлення статистичної достовірності результатів було визначено показник найменшої істотної різниці ( $НР_{05}$ ). Мінімально істотна різниця склала: для вмісту сирого протеїну — 1,171%, для вмісту олії — 0,984%, а для виходу сирого протеїну — 0,113 т/га. Оскільки різниця між контрольним варіантом та варіантом із застосуванням «Ризогуміну» у більшості випадків перевищує  $НР_{05}$ , отримані дані дають підстави вважати результати статистично надійними.

На основі узагальнення накопичених даних, доходимо висновку, що обробка насіння сої із застосуванням біопрепарату «Ризогумін» (з нормою 2 кг/т) забезпечила найвищі середні показники за трирічні дослідження: вміст

сирого протеїну (37,79%), вмісту олії (21,43%) та виходу сирого протеїну (0,90 т/га).

Біоглобін (1,0 л/т) також покращував якісні показники, але його ефективність була нижчою.

Комбіноване застосування двох препаратів не дало синергічного ефекту, ймовірно, через конкуренцію мікроорганізмів або зміну балансу поживних речовин.

Загалом, використання біопрепаратів сприяє підвищенню якості зерна сої, зростанню білкового потенціалу та формуванню стабільної продуктивності, що є вагомим аргументом на користь біотехнологічних методів у сучасному соєвиробництві.

## ВИСНОВКИ

Ефективність застосування біологічних препаратів для передпосівної обробки насіння сої була встановлена в результаті трирічних досліджень (2023–2025 рр.), які проводилися на базі ТОВ «МХП «Урожайна країна». Досліди здійснювалися в умовах північно-східного Лісостепу України, який характеризується помірно-континентальним кліматом із вираженою тенденцією до літніх посух і дефіциту вологи. Ця особливість зумовлює значну варіабельність врожайності між роками. Ґрунтовий шар дослідних ділянок складається з чорноземів малогумусних середньосуглинистих з нейтральною реакцією середовища та вмістом гумусу на рівні 4,6%.

1. Протягом усього періоду досліджень погодні умови чинили суттєвий вплив на інтенсивність росту та загальний розвиток сої.

2023 рік — помірно вологий (ГТК = 0,74) з сприятливими температурами тому він виявився більш сприятливий для симбіотичної діяльності бактерій що забезпечило найвищу урожайність;

2024 рік — посушливий (ГТК = 0,5) із високими температурами та перегрівом ґрунту, що спричинило часткове аборткування квіток і зниження врожайності;

2025 рік — найсухіший, мав аномально високу температуру і сильну посуху (ГТК = 0,36), що призвело до зменшення кількості бобів і зерен на рослині, а продуктивність істотно зменшилась. Незважаючи на погодні ризики, застосування біопрепаратів забезпечувало перевагу над контролем у всі роки. Погодні коливання зумовили міжрічну мінливість урожайності та якісних показників зерна.

2. Застосування біопрепаратів в передпосівну обробку насіння позитивно впливало на структурні елементи врожаю. Найкращі показники індивідуальної продуктивності культури були зафіксовані у варіанті, де насіння обробляли препаратом «Ризогумін» (з нормою 2 кг/т). Цей варіант продемонстрував такі результати: кількість бобів — 21,2 шт., кількість насінин

— 35,6 шт., вага насіння з рослини — 5,87 г, а маса 1000 насінин — 164,6 г. Зазначені показники перевищували контрольний варіант на 10–25%. Це свідчить про активізацію симбіотичної азотфіксації та кращий розвиток генеративних органів.

3. За результатами трирічного циклу урожайність сої в середньому спостережень урожайність коливалася від 2,02 т/га (контроль) до 2,41 т/га (Ризогумін). Біоглобін забезпечував 2,25 т/га, а сумісне застосування двох препаратів — 2,09 т/га. Найвищий ефект від Ризогуміну пояснюється активною діяльністю штамів *Bradyrhizobium japonicum*, які утворювали більшу кількість бульбочок на коренях і підвищували азотний баланс у ґрунті. Підвищення врожайності за рахунок застосування «Ризогуміну» становило 0,39 т/га (приріст 19,3%) порівняно з контрольною групою. Аналіз по роках показав, що найвища врожайність була зафіксована у 2023 році (2,42 т/га). Водночас, у 2024–2025 роках цей показник знизився до 2,17–1,99 т/га відповідно, що пояснюється впливом посушливих умов. У посушливі роки перевага інокуляції зберігалась, що свідчить про стресозахисний ефект симбіотичних бактерій.

4. Концентрація білка та жиру в насінні сої. Вплив біологічних препаратів на якісні показники зерна

-у варіанті з Ризогуміном була найвища концентрація білка 37,79%, що на 1,85% вище контролю (35,94%);

-Біоглобін також підвищував білковість (37,25%) завдяки покращенню синтезу амінокислот;

-вміст олії зростав із 21,04% (контроль) до 21,43% (Ризогумін);

-вихід сирого протеїну з 1 га — від 0,74 до 0,90 т/га, тобто приріст становив 21,6%. Комбіноване застосування Ризогуміну з Біоглобіном виявилось менш ефективним. Отже, обидва препарати поліпшують якість зерна, але діють різними шляхами — *Ризогумін* через живлення, а *Біоглобін* — через стимуляцію метаболізму.

5. Загальна оцінка ефективності.

Ризогумін-Плюс забезпечив найвищу і стабільну продуктивність, поліпшив якість зерна і підвищив вміст білка. Поміж усіх випробуваних способів використання препарату «Ризогумін» (з нормою 2 кг/т) продемонструвало найвищу ефективність. Цей біопрепарат став лідером як за показниками продуктивності (урожайності), так і за якісними характеристиками отриманого зерна. Отже, доцільним є використання саме окремого інокулянта Ризогумін, який забезпечує стабільний приріст урожайності навіть у складних погодних умовах.

Біоглобін сприяв кращому стартовому росту рослин і накопиченню біомаси, але мав менший вплив на урожай у посушливих умовах.

Комбіноване використання двох препаратів не дало очікуваного синергічного ефекту через можливу конкуренцію активних речовин і різну динаміку дії.

### **ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Рекомендується включити передпосівну обробку насіння препаратом «Ризогумін-Плюс» до основної технології культивування сої. Це дозволить стабільно підвищувати урожайність на 15–20% і покращити білковий склад зерна.

Постійний контроль мікробіологічного стану ґрунту, оскільки ефективність Ризогуміну залежить від життєздатності *Bradyrhizobium japonicum*, господарству доцільно проводити лабораторну оцінку щільності бульбочкових бактерій раз на 2–3 роки.

Подальші дослідження рекомендується спрямувати на уточнення норм і способів сумісного застосування біопрепаратів для уникнення антагонізму та підвищення їхньої синергічної дії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко С. Вплив температури та вологості на продуктивність сої / С. Авраменко, М. Цехмейструк, В. Шелякін // *Агроексперт: практичний посібник аграрія*. 2012. № 6. С. 23 – 25.
2. Андрієнко А. Л. Вплив різного насичення сівозмін соєю на її продуктивність / А. Л. Андрієнко, Ю. В. Мащенко // *Агроном*. 2011. № 1. С. 140–143.
3. Бабич А. О. Поліпшена технологія вирощування сої в умовах Західного Лісостепу України / А. О. Бабич, О. М. Бахмат, О. С. Чинчик. ПП Мікротан А. Г.: Кам'янець-Подільський, 2009. 23 с.
4. Бабич А. О. Селекція і виробництво сої в Україні / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна.: Монографія. К.: ФОП Данилюк В. Г., 2008. 216 с.
5. Бабич А. О. Соеве поле України / А. О. Бабич // *Агроном*. 2010. № 1. С. 174–179.
6. Бабич А. О. Сорти сої і перспективи виробництва її в Україні / А. О. Бабич // *Пропозиція*. 2007. № 4. С. 46 – 49.
7. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі / А. О. Бабич, А. А. Бабич-Побережна. К.: Аграрна наука, 2011. 548 с.
8. Бабич А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні / А. Бабич, А. Бабич-Побережна // *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 10.
9. Бабич А. Сортові ресурси сої для Лісостепу / А. Бабич // *Аграрний тиждень*. Україна. 2012. № 15. С. 14.
10. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні / А. Бабич // *Аграрний тиждень*. Україна. 2011. № 40. С. 10. 65
11. Барвінченко В. І. Ґрунти Вінницької області / В. І. Барвінченко, Г. М. Заболотний. Вінниця: ВДАУ. 2004. 45 с.

12. Бахмат О. М. Агротехнічні заходи при вирощуванні сої на насіння в умовах Поділля / О. М. Бахмат // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2010. Вип. 74. С. 159 – 164.
13. Бахмат О. М. Вдосконалення технології вирощування сої на зерно в умовах західного Лісостепу України / О. М. Бахмат, О. С. Чинник // Збірник наукових праць ВДАУ. 2009. № 38. С. 11 – 18.
14. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення / О. М. Бахмат // Вісник аграрної науки. 2010. № 7. С. 27 – 30.
15. Бикін А. В. Ефективність застосування добрив і гумату калію за вирощування сої на чорноземі типовому мало гумусному / А. В. Бикін, Н. О. Генгало // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2011. № 162. С. 137 – 144.
16. Глушак А. Г. Урожайність зерна сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах південно-західної частини Лісостепу України / А. Г. Глушак // Збірник наукових праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2008. Вип. 16. С. 50 – 52.
17. Ґрунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / [Купчик В. І., Іваніна В. В., Нестеров Г. І. та ін.]; Ред В. І. Купчик. К.: Кондор, 2007. 414 с.
18. Дерев'янський В. П. Вплив мікробних препаратів та мінеральних добрив на стійкість до захворювань і продуктивність сортів сої / В. П. Дерев'янський, О. С. Власюк, Д. В. Крутило та ін. // Сільськогосподарська мікробіологія. 2011. Вип. 13. С. 59 – 69.
19. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігаюча технологія вирощування сої / В.П. Дерев'янський // Агроном. 2012. № 2. С. 97 – 105.
20. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур / [ Паламарчук В. Д., Климчук О. В., Поліщук І. С., та ін.]. Вінниця: ФОП Данилюк, 2010. 636 с.

21. Економіка сільського господарства / [В. К. Забарський, В. І. Мацибора, А. А Чалий]. К.: Каравелла, 2009. 264 с.
22. Енергетична оцінка агроєкосистем / [О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов та ін.] Житомир: Видавництво «Волинь», 2004. 132 с.
23. Заболотний Г. М. Вплив фону мінерального живлення та гідротермічних показників на тривалість фенологічних фаз рослин сої за умов Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, В. А. Мазур, О. І. Циганська // Корми і кормовиробництво. 2014. Вип. 78. С. 45 – 51.
24. Заболотний Г. М. Роль мінерального живлення у формуванні фотосинтетичного потенціалу сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, О. І. Циганська // Міжвідомчий науковий тематичний збірник «Передгірне та гірське землеробство і тваринництво». Львів-Оброшино, 2015. Вип. 58 (2). С. 56 – 62.
25. Заболотний Г.М. Фотосинтетична продуктивність сої залежно від рівня удобрення та застосування комплексу мікроелементів /Г.М.Заболотний, О.І.Циганська, В.І. Циганський/ Наукові доповіді НУБІП, Київ, 2018. №5 (75).
26. Заболотний Г. М. Вплив мінеральних добрив та мікродобрива на формування індивідуальної продуктивності рослин сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний, В. І. Циганський, О. І. Циганська // Збірник наукових праць «Агробіологія». Біла Церква, 2015. Вип. 2 (121). С. 130 – 133.
27. Заболотний Г. М. Симбіотична продуктивність сої залежно від рівня удобрення в Правобережному Лісостепу / Г. М. Заболотний, В. І. Циганський, О. І. Циганська // Збірник наукових праць Національного наукового центру “Інститут землеробства НААН”. К.: ВП “Едельвейс”, 2015. Вип. 4. С. 66 –71.
28. Заболотний Г. М. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного / Г. М. Заболотний,

- В. І. Циганський, О. І. Циганська // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: «Агрономія і біологія». Суми. 2015. Вип. 9 (30). С. 141–145.
29. Зінченко О. І. Біологічне рослинництво / О.І. Зінченко, О. С. Алексєєва, П. М. Приходько та ін. К.: Вища школа., 1996. 239 с.
30. Камінський В. Ф. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України / В. Ф. Камінський, Н. П. Мосьондз // Корми і кормовиробництво. Міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. Вип. 66. С. 91 – 95.
31. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. Львів: НФВ «Українські технології», 2006. 730 с.
32. Мазур В. А. Оцінка стійкості сортів сої до вірусної мозаїки та фузаріозу / В.А. Мазур// Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво. 2019. № 14. С. 5-12
33. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / Медведовський О. К., Іваненко П. І. К.: Урожай, 1988. 205 с.
34. Методика біоенергетичної оцінки технології виробництва продукції тваринництва і кормів / [ Кулик М. Ф., Бабич А. О., Семенчук В. М., та ін. ]; Під ред. М. Ф. Кулика. Вінниця, 1997 . 54 с.
35. <https://scireports.com.ua/uk/journals/tom-20-6-2024/vpliv-biopreparativ-na-formuvannya-elementiv-produktivnosti-soyi-v-umovakh-pivnichnogo-lisostepu-ukrayini>
36. <https://soyuzagrokonsalting.com.ua/ua/goods/biodobruvo-ruzogymin-soya/>
37. <https://agrodim.com.ua/brand/medbiokom/>

38. Основи наукових досліджень в агрономії / [В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костогриз], за ред. В. О. Єщенка. Умань: Дія, 2005. 288 с.
39. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові культури): за ред. В. В. Волкодава. К., 2001. 69 с.
40. [https://tripoli.land/ua/farmers/sumskaya/romenskiy/urozhayna-krayina-37078234-3286?utm\\_source=chatgpt.com](https://tripoli.land/ua/farmers/sumskaya/romenskiy/urozhayna-krayina-37078234-3286?utm_source=chatgpt.com)
41. [https://opendatabot.ua/c/37078234?utm\\_source=chatgpt.com](https://opendatabot.ua/c/37078234?utm_source=chatgpt.com)
42. Філон І. В. Методичні підходи щодо визначення рівня врожайності сільськогосподарських культур. Економіка АПК: Міжнародний науково-виробничий журнал. 2005. № 3. С. 27-31.
43. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. В. Іванюк, С. І. Колісник // Вісник аграрної науки. 2006. - №2. С. 19-23.
44. Петриченко В. Ф. Роль кліматичних факторів у формуванні сортової політики сої в умовах Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, А. О. Бабич, С. В. Іванюк // Селекція і насінництво : міжвід. темат. наук. зб. / [редкол. : В. В. Кириченко (гол. ред.) та ін.]. Х.: Магда LTD, 2006. Вип. 93. С. 60- 67.
45. Кобизєва Л. Н. Поліморфізм білка у насінні сої в умовах східного Лісостепу України / Л. Н.Кобизєва // Вісник ПДАА. Полтава, 2006. №2. С. 62-64.
46. Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої. Корми і кормовиробництво: Респ. міжвідомч. тем. наук. зб. 1992. № 33. С. 3-13.

## ДОДАТКИ