

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

06.10. – МР. 1998 «С». 2024.11.01. 17 ПЗ

**СЛОВІНСЬКОГО ВОЛОДИМИРА ВАСИЛЬОВИЧА**

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 606:632.57.08:633.34

ПОГОДЖЕНО  
Декан факультету  
захисту рослин, біотехнологій та  
екології

\_\_\_\_\_ Коломієць  
Ю.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри  
Екобіотехнології та біорізноманіття

\_\_\_\_\_ Кваско О.Ю.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему «Ефективність комплексного застосування біопрепаратів в технології вирощування сої.».

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. наук, професор

\_\_\_\_\_

(підпис)

Лісовий М.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. б. н., с. н. с.

\_\_\_\_\_

(підпис)

Таран О.П.

Виконав

\_\_\_\_\_

Словінський В.В.

КИЇВ-2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

“ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ  
РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Словінському Володимирі Васильовичу

Спеціальність 162 «Біотехнологія та біоінженерія»  
(код і назва)

Освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»  
(назва)

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

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Ефективність комплексного застосування біопрепаратів в технології вирощування сої»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 01.11.2023 р. №1998 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 листопада 2024 р.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: біопрепарати, ендofітні бактерії сої, рослини сої *Glycine max* (сорт Муза).

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Опрацювати й дослідити літературні джерела;
2. Дослідити вплив ендofітних бактерій на динаміку утворення бульбочок та розвиток кореневої системи сої;
3. Вивчити ефективність використання ендofітних бактерій, щодо показників урожайності рослин сої;
4. Вивчити фотосинтетичний потенціал рослин, вміст сухих речовин та площу листкової пластинки сої за дії ендofітів.

Дата видачі завдання 1 вересня 2023 року

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи** \_\_\_\_\_

( підпис )

(прізвище та ініціали)

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_

( підпис )

(прізвище та ініціали)

## Реферат

Робота виконана на 50 сторінках, містить 3 розділи, 16 рисунків, 6 таблиць, 27 використаних джерел, 1 додаток.

**Мета роботи:** визначити ефективність комплексного застосування біопрепаратів при вирощуванні сої *Glycine max* (сорт Муза).

### **Завдання, що вирішувалися в процесі досліджу:**

1. Проаналізувати літературні джерела, щодо ролі ендofітних бактерій у формуванні та підтриманні ризобіального симбіозу у рослин сої.
2. Експериментальне визначення впливу комплексної інокуляції ендofітами на розвиток соєво-ризобіального симбіозу, визначаючи такі параметри: врожайність, біомаса рослин, формування бульбочок, фотосинтетичний потенціал, вміст сухих речовин.
3. Аналіз отриманих результатів та висновки щодо ефективності комплексної інокуляції ендofітами на покращення росту та врожайності сої *Glycine max*.

**Предмет дослідження:** *Glycine max* (сорт Муза) та взаємодія між кореневою системою сої й ендofітними бактеріями роду *Pseudomonas*, *Bacillus sp.* та *B. Japonicum*.

**Об'єкт дослідження:** вплив комплексної інокуляції ендofітами на розвиток соєво-ризобіального симбіозу.

Коротко про результати: при проведенні посіву сої, для покращення функціонування симбіотичної системи, підвищення фотосинтетичного потенціалу та урожайності рекомендовано проводити попередню обробку насіння сої біопрепаратами на основі комплексу ендofітних бактерій *B. japonicum* 15P та *Bacillus sp.*4.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Огляд літератури .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Загальна характеристика родини бобових (<i>Fabaceae</i>).....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Морфо-біологічні особливості роду Соя (<i>Glycine</i>) .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 Види та сорти сої ( <i>Glycine</i> ).....	14
1.2.2 Хвороби та шкідники сої .....	15
<b>1.3 Загальна характеристика ендofітних бактерій .....</b>	<b>23</b>
1.3.1 Характеристика бактерій роду <i>Bradyrhizobium</i> .....	25
1.3.2 Характеристика <i>Bradyrhizobium japonicum</i> .....	26
1.3.3 Характеристика <i>Pseudomonas putida</i> .....	28
1.3.4 Характеристика <i>Bacillus subtilis</i> .....	29
<b>1.4 Біопрепарати для підвищення життєздатності сої, захисту від патогенів.....</b>	<b>31</b>
<b>РОЗДІЛ 2. Об'єкти і методи досліджень .....</b>	<b>34</b>
2.1 Об'єкти досліджень.....	34
2.2 Метод проведення польового дослідження.....	34
2.3 Методи лабораторних досліджень та обчислення .....	38
<b>РОЗДІЛ 3. Результати досліджень.....</b>	<b>42</b>
3.1. Особливості формування симбіотичного апарату у сої	
3.2. Фотосинтетичний потенціал рослин сої за використання ендofітних бактерій	
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>49</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>50</b>
<b>Додаток А .....</b>	<b>53</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Симбіотичні взаємодії рослин з мікроорганізмами відіграють ключову роль у їх фізіології та екології. Ці асоціації забезпечують рослини необхідними поживними речовинами, захистом від біотичних і абіотичних стресів, а також сприяють регуляції їх росту та розвитку.

Серед найважливіших груп симбіонтів рослин можна виділити бульбочкові бактерії (зокрема, роди *Azorhizobium*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Sinorhizobium*, *Bradyrhizobium*), ендofіти (такі як *Bacillus subtilis*) та мікоризні гриби. Ендofітні бактерії, колонізуючи внутрішні тканини рослин, синтезують широкий спектр біологічно активних сполук, таких як антибіотики та індуктори системної резистентності, що забезпечує рослинам стійкість до патогенів. Крім того, ендofіти можуть фіксувати атмосферний азот, покращуючи азотне живлення рослин) [1].

Особливу увагу приділяють симбіозу бобових рослин та ризобій. Ця взаємодія призводить до утворення на коренях рослин бульбочок, в яких відбувається процес фіксації атмосферного азоту. Ризобії стимулюють низку фізіологічних процесів у рослині-господарі, таких як органогенез, диференціювання клітин та регуляцію гормонального балансу.

Комплексна інокуляція рослин ендofітами (наприклад, *Bacillus subtilis*) та ризобіями демонструє синергічний ефект, посилюючи ріст і розвиток рослин, підвищуючи їх стійкість до стресів та патогенів. Використання інокулянтів є перспективним напрямом у сучасному рослинництві, оскільки дозволяє підвищити врожайність сільськогосподарських культур та зменшити використання мінеральних добрив[2].

**Останні дослідження** підтверджують ефективність комплексного застосування біопрепаратів у вирощуванні сої. Наприклад, Zhang et al. (2021) показали, що комбіноване використання ендofітних бактерій та ризобій призводить до синергетичного ефекту, покращуючи ріст сої та фіксацію азоту.

Це пов'язано з тим, що ендofіти можуть стимулювати розвиток кореневої системи та покращувати доступність поживних речовин для рослини, створюючи сприятливі умови для розвитку ризобій (Khan et al., 2023) [3]. Крім того, мікробні консорціуми, що містять різні види корисних мікроорганізмів, можуть забезпечити більш широкий спектр позитивних ефектів, таких як підвищення стійкості до стресу, покращення структури ґрунту та захист від хвороб (Ortiz-Martinez et al., 2023)."

## РОЗДІЛ 1. Огляд літератури

### 1.1 Загальна характеристика родини бобових (*Fabaceae*)

Родина бобових (*Fabaceae*), яку також називають родиною бобових рослин або бобовими, є однією з найбільших і найважливіших родин квіткових рослин. Вона налічує близько 700 родів і понад 19 000 видів, які поширені на всіх континентах, за винятком Антарктиди[15].



Рис. 1.1 Рослини *Fabaceae* у початковій фазі росту

Вивчення та визначення ендоситних бактерій, які взаємодіють з кореневою системою сої. Основна характеристика бобових рослин - наявність гороховидних плодів, які мають боби з насінням. Ці рослини мають важливе значення як сільськогосподарські культури, оскільки багато видів бобових вирощуються для харчових і кормових цілей. Деякі з них відомі також своїми лікарськими властивостями.

Основні роди бобових включають сою (*Glycine*), горох (*Pisum*), квасолю (*Phaseolus*), лободу (*Vicia*), люпин (*Lupinus*), куркуму (*Cicer*), люцерну (*Medicago*) та багато інших. Ці роди є різноманітними за формою, розмірами і кольором квітів та листя.

Бобові рослини утворюють симбіотичні асоціації з бактеріями роду *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* та іншими, які колонізують кореневі волоски і викликають утворення бульбочок (рис. 1.2). У межах цих бульбочок відбувається процес фіксації атмосферного азоту, який перетворюється на аміак, а потім на амінокислоти та інші азотовмісні сполуки, доступні для рослини[22].

Ефективність азотфіксації залежить від багатьох факторів, таких як генетична сумісність рослин і бактерій, умови вирощування (температура, вологість, кислотність ґрунту), наявність мікроелементів та інших поживних речовин[5]. Крім того, бобові рослини здатні виділяти фітоалексини та інші біологічно активні речовини, які пригнічують розвиток фітопатогенних грибів і бактерій, що сприяє підвищенню стійкості рослин до хвороб.



Рис. 1.2 Бульбочки на коренях сої

## 1.2 Морфо-біологічні особливості роду Соя (*Glycine*)

Соя – це однорічна бобова рослина, яка має низку характерних морфологічних особливостей, що впливають на її вирощування та використання.

Соя має потужну стрижневу кореневу систему, яка проникає глибоко в ґрунт, забезпечуючи рослину водою та мінеральними речовинами. Розвинена система бічних коренів дозволяє ефективно освоювати ґрунтовий простір. Крім того, соя здатна до симбіозу з бульбочковими бактеріями, які фіксують атмосферний азот.

Стебло сої може бути різноманітним за формою та розміром: від прямостоячих до сланких, від тонких до товстих. Воно часто вкрите волосками, що захищають рослину від випаровування вологи та шкідників.

Листки сої складні, трійчасті. Вони виконують важливі функції фотосинтезу, транспірації та газообміну.

Квітки сої дрібні, метеликові, зібрані в пазушні китиці. Зазвичай відбувається самозапилення, але можливе і перехресне запилення.

Плід сої – біб, який містить від 2 до 4 насінин. Насіння багате на білки, жири та вуглеводи і є цінним харчовим продуктом.

Основні морфологічні особливості сої, що впливають на її вирощування:

- потужна коренева система забезпечує рослину водою та мінеральними речовинами;
- різноманітність форми стебла дозволяє адаптуватися до різних умов вирощування;
- складні листки ефективно здійснюють фотосинтез;
- самозапилення спрощує селекцію сої;
- багате насіння є цінним харчовим продуктом.

Ці особливості роблять сою важливою сільськогосподарською культурою, яка широко використовується в різних галузях промисловості.



Рис. 1.2 Сформована рослина сої

Соя характеризується різноманітністю типів росту. Розрізняють детермінантний тип, при якому ріст рослини завершується утворенням суцвіття на верхівці, та індетермінантний, при якому ріст продовжується і після цвітіння. Завдяки селекції виведені також сорти з проміжним типом росту, що поєднує риси обох типів. Форма куща сої може варіювати від компактної до розлогої, а стебло та гілки можуть бути вкриті волосками різної довжини, густини та кольору (білими, бурими або жовтими).

Листки сої, як правило, трійчасті, хоча зрідка на черешку може формуватись до п'яти листків. Вони розташовуються почергово, за винятком першої пари простих листків, що мають супротивне розташування. Форма листків може бути різноманітною: від широкояйцеподібної до клиноподібної, з тупою або загостреною верхівкою. Поверхня листка може бути гладкою або зморшкуватою, опушеною волосками білого, сірого або бурого кольору. Розміри листка коливаються в межах 15-16 см завдовжки та 3-10 см завширшки. Колір листя варіює від світло- до темно-зеленого[7].



Рис. 1.3 Листки сої

Опадання листя у більшості сортів сої під час дозрівання є важливою біологічною особливістю, що значно спрощує механізоване збирання врожаю. Суцвіття сої являє собою китицю, що формується в пазухах листків. Кількість квіток у суцвітті варіює, зазвичай від 15 до 26, але може бути і більшою. Квітки розташовуються на квітконіжках, утворюючи гронаподібне суцвіття. Розмір суцвіття може бути різним: від коротких з невеликою кількістю квіток (2-4) до довгих з багатьма квітками (10-20 і більше).

Квітки сої дрібні, складаються з п'ятизубчастої зеленої чашечки та п'ятипелюсткового віночка, забарвленого у білий або фіолетовий колір. У кожній квітці присутня маточка з верхньою зав'яззю, десять зрослих тичинок та одна вільна.



Рис. 1.4 Квітка сої

Плід сої представляє собою біб. Боби сої є опушеними та вкритими волосками (рис. 1.5), як і решта рослини. Існують різні розміри бобів, такі як великі (6-7 см), середні (4-5 см) і дрібні (3-4 см).



Рис. 1.5 Недозрілі боби сої

### 1.2.1 Види та сорти сої (*Glycine*)

Рід сої (*Glycine*) представлений десятьма видами, серед яких найвідоміші - культурна соя (*Glycine max*) та її дикий родич, уссурійська соя (*Glycine soja*, раніше відома як *G. ussuriensis*). Згідно з класифікацією F.J.Herman (1962), рід *Glycine* поділяється на три підроди: *Leptocytisus*, *Glycine* та *Soja*.

Культурна соя, яку також називають щетинистою або японською соєю (*Soja hispida*, *Soja japonica* Savi.), - це однорічна трав'яниста рослина, зовнішнім виглядом схожа на квасолю. Ці види сої поширені як в країнах СНД, де культурна соя є важливою сільськогосподарською культурою, так і на Далекому Сході, де уссурійська соя росте в дикому вигляді по берегах річок та на схилах пагорбів.

Виділяють шість основних видів культурної сої:

- частково культивованій (*Glycine max* var *gracilis* Enk.): характеризується середньою стиглістю та виткими стеблами різної висоти. Має дрібні листки, фіолетові або білі квітки, короткі боби та

дрібне насіння з високим вмістом білка. Поширений на північному сході та в центральному Китаї;

- індійський (*Glycine max var indica* Enk.): пізньостиглий вид з високорослими формами та широким кущем. Має дрібні листки, дрібні квітки, великі боби, схильні до розтріскування, та велике насіння;
- китайський (*Glycine max var chinensis*):
- корейський (*Glycine max var korajensis* Enk.):
- маньчжурський (*Glycine max var manshurica* Enk.): середньорослий вид з великими листками, бобами та насінням, середньостиглий, переважно зернового типу, поширений в країнах СНД, зокрема в Україні, де є основним видом сої, що вирощується;
- слов'янський (*Glycine max var slavonica* Kov. et Pinz.): швидкостиглий та середньостиглий вид з низкорослими або середньорослими формами. Має дрібні листки, дрібні фіолетові квітки та короткі боби. Насіння дрібне або середнє, переважно жовтого кольору. В Україні мало поширений.

В країнах СНД переважно культивують сою маньчжурського виду, тоді як слов'янський вид зустрічається рідше.

### 1.2.2 Хвороби та шкідники сої

На жаль, соя є вразливою до багатьох хвороб, які можуть значно знизити врожай. Серед грибкових захворювань, найпоширенішими і шкідливими для сої є альтернаріоз, пероноспороз, септоріоз, фузаріозне в'янення, аскохітоз, антракноз і церкоспороз.

**Альтернаріоз** сої (рис. 1.6) викликається грибами роду *Alternaria* spp., які належать до мітоспорових грибів. Це захворювання, як правило, вражає ослаблені рослини, часто виступаючи як вторинна інфекція. Характерною ознакою альтернаріозу є поява на листках сої великих плям коричневого або темно-бурого кольору з концентричною зональністю. В місцях ураження спостерігається значне скупчення міцелію та конідій гриба, що мають

оливкове або чорне забарвлення. Грибниця, спочатку безбарвна, з часом набуває жовтого або оранжево-чорного кольору. Уражені тканини листка стають крихкими та ламкими. Основним джерелом інфекції є ґрунт та рослинні рештки, в яких зберігається збудник хвороби.



Рис. 1.6 Альтернاریоз сої

Поширення альтернاریозу відбувається за допомогою конідій, які разносяться під час вегетаційного періоду. Сприятливими умовами для проростання конідій та зараження рослин є температура повітря в межах +20-26 °С, висока вологість (понад 95%), наявність крапельної вологи на рослинах, а також ослаблений імунітет рослин, спричинений біотичними та абіотичними факторами. Найбільш інтенсивний розвиток хвороби спостерігається в середині та наприкінці літа, коли плями можуть покривати значну частину листя, бобів та стебел, що призводить до їх висихання. Зазвичай альтернاریоз поширюється, починаючи з нижніх ярусів рослини, поступово просуваючись до верхніх.

Шкідливість альтернاریозу полягає у зменшенні площі листової поверхні, яка бере участь у фотосинтезі. Внаслідок ураження листки засихають та відмирають, що негативно впливає на насінневу продуктивність сої. Втрати врожаю насіння від альтернاریозу можуть сягати 20% і більше.

**Пероноспороз**, відомий також як несправжня борошниста роса, посідає одне з провідних місць серед найпоширеніших та найбільш шкідливих

захворювань сої. Збудник хвороби - гриб *Peronospora manshurica*. Перші ознаки ураження проявляються у вигляді світло-зелених або світло-жовтих плям на листках. Згодом ці плями збільшуються, утворюючи блідо-жовті ураження різної форми та розміру. Надалі забарвлення уражених ділянок змінюється на сірувато-коричневе або темно-коричневе з жовтувато-зеленим краєм, а з часом плями стають повністю коричневими (рис. 1.7).



Рис. 1.7 Пероноспороз сої

Цикл розвитку пероноспорозу розпочинається навесні. Зимуючі ооспори гриба є джерелом первинного зараження сої. Інфекція може передаватися через заражене насіння, в якому знаходяться ооспори. Також первинне зараження можливе при контакті рослин з ооспорами або міцелієм гриба, що зберігся на рослинних рештках. Вторинне зараження, як правило, відбувається приблизно через 10 днів після первинного, коли патоген утворює нові спори.

Пероноспороз відноситься до поліциклічних хвороб, тобто протягом вегетаційного періоду може відбуватися кілька циклів зараження. *Peronospora manshurica* є біотрофом, це означає, що для існування та розмноження грибу необхідна жива рослина-господар. Поширення інфекції відбувається за допомогою конідіальних спор, які разносяться вітром та дощем. При цьому старі листки сої, як правило, більш стійкі до зараження, ніж молоді.

Збудник пероноспорозу зимує в ґрунті, на рослинних рештках та в зараженому насінні. Активному розвитку хвороби сприяють висока вологість та температура повітря +20–22 °С.

**Септоріоз**, який іноді називають "іржавою плямистістю" (рис. 1.8) сої, спричиняється грибом *Septoria glycines* L. Hemmi. Це захворювання досить поширене в Україні, особливо в зоні Полісся.



Рис. 1.8 Септоріоз сої

Септоріоз найбільш інтенсивно розвивається під час цвітіння сої та на початку формування бобів. Впродовж вегетації хвороба поширюється спорами, починаючи з сім'ядолей, на листки, стебла, боби та насіння. На сім'ядолях утворюються пронизливі плями, а на трійчастих листках - кутасті плями жовтого або темно-коричневого кольору зі світло-сірим центром. В місцях ураження формуються пікніди гриба. При сильному ураженні листки вкриваються плямами і опадають. Боби у хворих рослин, як правило, недорозвинені.

Розвиток септоріозу можливий в широкому діапазоні температур (від +5 до 36 °С), оптимальною ж є температура +22–28 °С та висока відносна вологість повітря (80–100%). Джерелами інфекції є заражене насіння та рослинні рештки, на яких формуються пікніди з пікноспорами, що заражають листки протягом вегетації. Масовому розвитку хвороби сприяють інтенсивні

дощі, висока середньодобова температура повітря у другій половині літа (липень-серпень), а також наявність роси на листках сої.

Шкідливість септоріозу полягає у зменшенні площі листової поверхні, що бере участь у фотосинтезі. Внаслідок передчасного засихання і опадання листків, яке може сягати 50%, знижується продуктивність рослин. Втрати врожаю від септоріозу можуть становити 15–30%.

**Фузаріозне в'янення** сої викликається грибом *Fusarium oxysporum* Sch., який широко поширений у ґрунтах різних типів. Захворювання, як правило, проявляється у фазі бутонізації сої, коли починається формування бобів. На полях сої фузаріозне в'янення спостерігається у вигляді окремих осередків зараження. В лісостеповій та степовій зонах України захворювання вражає в середньому 4-5% рослин на 10-40% обстежених площ.

Основними симптомами фузаріозного в'янення є втрата тургору листків та їх пожовтіння. Деякі листки скручуються краями догори, набуваючи форми човника, швидко висихають і опадають. В ділянці кореневої шийки на стеблі з'являється бура штрихуватість, тканина загниває та набуває темно-коричневого забарвлення (рис. 1.9).



Рис. 1.9 Фузаріозне в'янення

За умов підвищеної вологості на уражених тканинах з'являється білий або блідо-рожевий наліт, що складається з численних оранжево-рожевих подушечок на поверхні стебла та його опушенні. В суху погоду

спостерігається в'янення та відмирання рослин, а надмірна волога сприяє загниванню. Рослини сої, уражені фузаріозним в'яненням, втрачають тургор, набувають слабо жовтого забарвлення, деякі листки висихають. Часто на таких рослинах боби формуються дуже дрібними або не формуються зовсім. Згодом вся рослина в'яне і засихає. За вологої погоди місця ураження вкриваються білим або рожевим нальотом - конідіальним спороношенням гриба.

Основним джерелом інфекції є заражені рослинні рештки, в яких гриб зберігається у вигляді грибниці, конідіального спороношення та хламідоспор. Додатковим джерелом інфекції може бути заражене насіння, що містить грибницю патогену. Гриб здатний зберігати життєздатність у ґрунті протягом 3-4 років, розвиваючись на рослинних рештках. Особливо активно захворювання розвивається за умов низького рівня агротехніки, посушливої погоди та на ослаблених рослинах.

**Аскохітоз** сої викликається грибом *Ascohyta phaseolum Sacc.* Це захворювання може вражати всі надземні органи рослини протягом всього вегетаційного періоду, від появи сходів до збирання врожаю. Найбільш сильно аскохітоз проявляється під час цвітіння та на початку дозрівання сої. На сім'ядолях утворюються темно-коричневі вдавнені плями з концентричною обляміркою або наскрізні виразки. На перших листках з'являються округлі плями діаметром до 2 см, світло-коричневого або сірувато-білого кольору, обмежені темнішою обляміркою. На плямах видно численні чорні крапки - пікніди, розташовані концентричними колами. Часто уражена тканина випадає, залишаючи лише бурі облямірки плям (рис. 1.10).



Рис. 1.10 Аскохітоз сої

На стеблах сої, уражених аскохітозом, виникають продовгуваті сіруваті плями з розсіяними пікнідами. Спочатку пікніди заглиблені в тканину стебла, але згодом стають виступаючими. На молодих стеблах покривні тканини можуть руйнуватися, утворюючи поздовжні тріщини. На більш здерев'янілих стеблах плями набувають чорного кольору, витягнутої форми і містять велику кількість пікнід. Значна кількість пікнід може спостерігатися в місцях прикріплення бічних пагонів та листків до стебла. Уражені аскохітозом боби, як правило, не формують насіння, або ж насіння в них загниває. Інфікування рослин може відбуватися навесні під час проростання зараженого насіння, а також протягом вегетаційного періоду. Пікноспори, що утворюються в пікнідах, разносяться вітром і дощем, заражаючи рослини сої. Оптимальна температура для проростання пікноспор становить  $+20-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  за наявності крапельної вологи. Гриб зимує у вигляді грибниці та пікнід з пікноспорами в рослинних рештках та насінні. Аскохітоз призводить до зниження схожості насіння (до 40%), розрідження посівів та затримки росту і розвитку рослин. Втрати врожаю від аскохітозу можуть сягати 10-20%.

**Антракноз сої** - захворювання, що викликається грибом *Colletotrichum truncatum* Andrus et Moore. Воно поширене повсюдно в Україні, де культивують сою. Антракноз вражає всі частини рослини протягом вегетаційного періоду. Одним з перших симптомів є поява на сім'ядолях невеликих, округлих, вдавлених плям червоно-бурого кольору зі світлим центром (рис. 1.11)



Рис. 1.11 Антракноз сої

На листках сої антракноз проявляється у вигляді кутастих бурих плям. Уражена тканина з часом випадає, утворюючи дірки на листках. На стеблах та черешках формуються темні, глибокі плями смугастої форми з червоною облямівкою. Уражені стебла можуть розтріскуватися. На стручках з'являються дрібні плями з бурою облямівкою, які за вологої погоди вкриваються конідіальним спороношенням гриба.

Поширення антракнозу відбувається за допомогою конідій протягом вегетаційного періоду. Інтенсивному розвитку захворювання сприяє температура повітря +15–19 °С та вологість повітря близько 60%. Джерелом інфекції є рослинні рештки та насіння, в яких зберігається грибниця збудника.

Антракноз сої призводить до розрідження сходів, оскільки значна частина рослин гине ще до сходів. Це негативно впливає на потенційну врожайність, посівні якості насіння та зменшує продуктивну площу листя.

**Церкоспороз** сої викликається мікроспоровим грибом *Cercospora sojae* Nara. Це захворювання поширене по всій території України, але найчастіше зустрічається в Лісостепу та Степу.

При зараженні сої церкоспорозом на листках з'являються невеликі плями, переважно на верхній частині листової пластинки. Плями мають неправильну округлу форму і забарвлення від сіруватого до червоно-коричневого або фіолетового кольору (рис. 1.12). В результаті розвитку хвороби тканина листка може відшаровуватися.

Крім листків, церкоспоровоз може вражати стручки та стебла сої, особливо високочутливих сортів. При ураженні стручків насіння може не мати видимих ознак захворювання або ж на ньому з'являються сірі плями і спостерігається розтріскування оболонки.



Рис. 1.12 Церкоспоровоз сої

Збудник церкоспорозу здатний зберігатися на рослинних рештках протягом двох років. Сприятливими умовами для зараження сої є тепла та волога погода з температурою повітря  $+25-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  та вологістю понад 90%. Тривалі опади сприяють активному розвитку хвороби. Гриб зимує в зараженому насінні та рослинних рештках. Навесні на грибниці формуються нові конідії, які спричиняють зараження рослин.

Ураження сходів церкоспоровозом може сягати 52–97%. Хоча молоді рослини при зараженні патогеном зазвичай не гинуть, церкоспоровоз значно знижує врожайність культури (в 2-3 рази), вміст жиру в насінні (на 2–7%) та протеїну (на 4–5%). Крім того, спостерігається зменшення площі листової поверхні, що бере участь у фотосинтезі.

### **1.3 Загальна характеристика ендofітних бактерій**

Ендofітні бактерії - це різноманітна група мікроорганізмів, які здатні проникати та заселяти внутрішні тканини рослин, не завдаючи їм шкоди. Вони живуть у симбіотичних або асимбіотичних відносинах з рослиною-

господарем, взаємодіючи з нею та впливаючи на її життєдіяльність. Ендوفіти виявляють значне міжвидове різноманіття і можуть бути виявлені в різних органах рослин: листках, стеблах, коренях, насінні та плодах.

**Колонізація рослин:** ендوفітні бактерії проникають у внутрішні тканини рослин та розмножуються в них, не спричиняючи захворювань. Для проникнення в рослину вони використовують різні механізми, такі як синтез ферментів, що розщеплюють клітинні стінки, та хемотаксис - рух у напрямку хімічних речовин, що виділяються рослиною.

**Взаємовідносини з рослиною:** ендوفітні бактерії можуть вступати в різні типи взаємовідносин з рослиною, від взаємовигідних (симбіотичних) до нейтральних (асимбіотичних). Вони можуть надавати рослині корисні послуги, такі як:

- фіксація атмосферного азоту, що є важливим джерелом азотного живлення для рослин;
- продукція фітогормонів, що регулюють ріст і розвиток рослин;
- покращення засвоєння поживних речовин з ґрунту;
- стимулювання росту рослин;
- захист від патогенів - грибів, бактерій та вірусів, що викликають захворювання рослин.

**Функціональна різноманітність:** ендوفітні бактерії володіють широким спектром функціональних можливостей. Вони можуть синтезувати різноманітні біологічно активні речовини, такі як:

- антибіотики, що пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів;
- фітозахисні сполуки, що захищають рослину від шкідників та хвороб;
- ферменти, що беруть участь у різних біохімічних процесах.

Деякі ендوفітні бактерії здатні до біологічного контролю шкідників, знищуючи їх або пригнічуючи їх розвиток.

**Класифікація:** ендوفітні бактерії належать до різних таксономічних груп, включаючи родини *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae*, *Bacillaceae*,

*Rhizobiaceae* та інші. Вони можуть бути грам-позитивними або грам-негативними, аеробними або анаеробними[10].

**Застосування:** Вивчення ендofітних бактерій має важливе значення для розуміння їх ролі в житті рослин та їх потенціалу для використання в сільському господарстві. Ендofіти можуть бути використані для:

- підвищення врожайності сільськогосподарських культур;
- зменшення використання хімічних добрив і пестицидів;
- покращення якості ґрунту;
- підвищення стійкості рослин до стресових умов - посухи, засолення, низьких температур тощо.

В цілому, ендofітні бактерії є важливим компонентом мікробіому рослин і мають значний потенціал для використання в сільському господарстві та біотехнології[8].

### 1.3.1 Характеристика бактерій роду *Bradyrhizobium*

Бактерії роду *Bradyrhizobium*, що належать до родини *Rhizobiaceae*, є важливими ендofітами, які формують симбіотичні відносини з бобовими рослинами, такими як соя, горох, люпин, кvasоля та інші.

Основні характеристики бактерій роду *Bradyrhizobium*:

1. **Симбіотична фіксація азоту:** *Bradyrhizobium* здатні вступати в симбіоз з бобовими рослинами, утворюючи на їх коренях спеціалізовані структури - бульбочки. В бульбочках бактерії фіксують атмосферний азот, перетворюючи його на амоній, доступний для живлення рослини[4].
2. **Підвищення родючості ґрунту:** Завдяки здатності фіксувати атмосферний азот, *Bradyrhizobium* збагачують ґрунт цим важливим елементом, підвищуючи його родючість та сприяючи росту рослин.
3. **Генетична різноманітність:** Рід *Bradyrhizobium* включає численні види з високим рівнем генетичної різноманітності. Різні види можуть спеціалізуватися на симбіозі з певними видами бобових рослин та адаптуватися до різних ґрунтово-кліматичних умов.

4. **Морфологічні особливості:** Бактерії роду *Bradyrhizobium* (рис. 1.13) - грам-негативні, палички прямої або зігнутої форми. Вони можуть бути нерухомими або мати один джгутик. Здатні утворювати колонії на поживних середовищах.
5. **Механізми взаємодії з рослиною:** Взаємодія *Bradyrhizobium* з рослиною - складний процес, що включає обмін фізіологічними та біохімічними сигналами. Бактерії розпізнають сигнали рослини, проникають в кореневу тканину через спеціальні інфекційні нитки та утворюють в бульбочках бактероїди - спеціалізовані клітини, що фіксують азот[9].

На сьогодні відомо декілька десятків видів бактерій роду *Bradyrhizobium*, серед яких найбільш вивчені *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium diazoefficiens*, *Bradyrhizobium elkanii* та інші.



Рис. 1.13 *Bradyrhizobium*

### 1.3.2 Характеристика *Bradyrhizobium japonicum*

*Bradyrhizobium japonicum* (рис. 1.14) - вид бактерій, що належить до роду *Bradyrhizobium* та родини *Rhizobiaceae*. Ці бактерії є важливими симбіонтами сої (*Glycine max*), відіграючи ключову роль у фіксації атмосферного азоту та підвищенні родючості ґрунту.

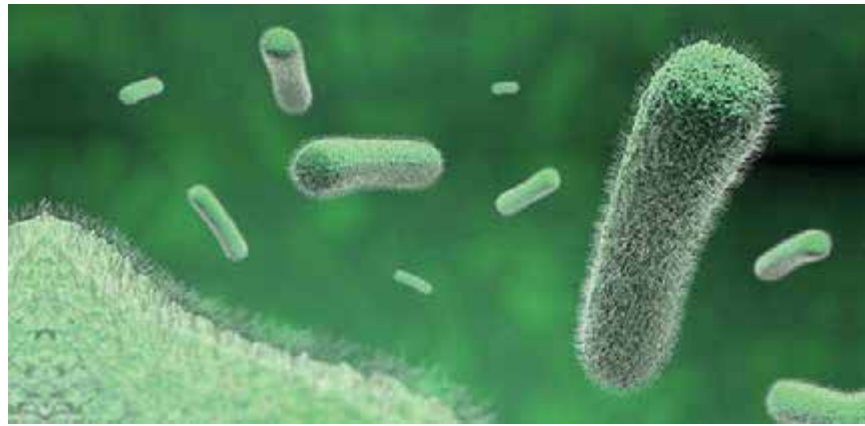


Рис. 1.14 *Bradyrhizobium japonicum*

Основні характеристики *Bradyrhizobium japonicum*:

1. **Симбіотична взаємодія:** *Bradyrhizobium japonicum* заселяє кореневі бульбочки сої, утворюючи з рослиною взаємовигідні симбіотичні відносини. В бульбочках бактерії диференціюються в бактероїди - спеціалізовані клітини, здатні фіксувати атмосферний азот і перетворювати його на амоній, який рослина використовує для свого живлення.
2. **Фіксація азоту:** *Bradyrhizobium japonicum* - ефективні азотфіксатори. Вони мають специфічні гени, що кодують фермент нітрогеназу, який каталізує перетворення атмосферного азоту в форму, доступну для засвоєння рослиною.
3. **Генетична різноманітність:** *Bradyrhizobium japonicum* характеризується значною генетичною різноманітністю. Різні штами цього виду можуть відрізнятися за швидкістю фіксації азоту, толерантністю до стресових умов, ефективністю симбіозу з рослиною та іншими ознаками.
4. **Застосування в сільському господарстві:** *Bradyrhizobium japonicum* є важливим мікроорганізмом для вирощування сої. Їх використовують як біопрепарати для інокуляції насіння сої, що дозволяє забезпечити рослини азотом, зменшити використання хімічних добрив та покращити якість ґрунту[19].

5. **Морфологічні ознаки:** *Bradyrhizobium japonicum* - грам-негативні бактерії, що мають форму коротких паличок або кокобактерій. Вони утворюють колонії на живильних середовищах.

### 1.3.3 Характеристика *Pseudomonas putida*

*Pseudomonas putida* - вид бактерій, що належить до роду *Pseudomonas* та родини *Pseudomonadaceae*. Ці бактерії відомі своєю високою адаптивністю до різних умов середовища та широким спектром метаболічних можливостей.

Основні характеристики *Pseudomonas putida*:

1. **Морфологія:** *Pseudomonas putida* - грам-негативні, одноклітинні бактерії паличкоподібної або злегка зігнутої форми.
2. **Рухливість:** Більшість штамів *Pseudomonas putida* рухливі завдяки наявності джгутиків (рис. 1.15). Джгутики дозволяють їм активно пересуватися в рідкому середовищі.
3. **Метаболізм:** *Pseudomonas putida* - хемоорганотрофи, тобто вони отримують енергію за рахунок окислення органічних речовин. Ці бактерії характеризуються різноманітністю метаболічних шляхів і здатні розкласти широкий спектр органічних сполук, включаючи забруднюючі речовини, такі як нафта, хлорорганічні сполуки, ароматичні сполуки тощо. Завдяки цій властивості *Pseudomonas putida* використовуються в біотехнології для очищення навколишнього середовища від забруднень[6].
4. **Екологічна роль:** *Pseudomonas putida* широко поширені в природі - в ґрунті, воді та на рослинах. Вони можуть вступати в симбіоз з рослинами, заселяючи їх кореневу систему. В результаті такої взаємодії *Pseudomonas putida* сприяють росту та розвитку рослин, виробляючи ростові стимулятори, амінокислоти, вітаміни та інші біологічно активні речовини[11].

5. **Промислове використання:** *Pseudomonas putida* мають потенціал для застосування в біотехнології та промисловості, зокрема для виробництва ферментів, біополімерів та інших корисних сполук.



Рис. 1.15 *Pseudomonas putida*

#### 1.3.4 Характеристика *Bacillus subtilis*

*Bacillus subtilis* - це вид грам-позитивних, аеробних бактерій, що належить до роду *Bacillus*. Він широко поширений у природі, зустрічається в ґрунті, воді та повітрі, а також в асоціації з рослинами та тваринами. *Bacillus subtilis* відомий своєю здатністю утворювати ендоспори, що дозволяє йому виживати в несприятливих умовах.

Основні характеристики *Bacillus subtilis*:

1. **Морфологія:** *Bacillus subtilis* має паличкоподібну форму (рис. 1.16). Клітини зазвичай рухливі, мають перитрихальні джгутики (розташовані по всій поверхні клітини). В несприятливих умовах утворює овальні ендоспори, стійкі до високих температур, висушування, радіації та дії хімічних речовин.

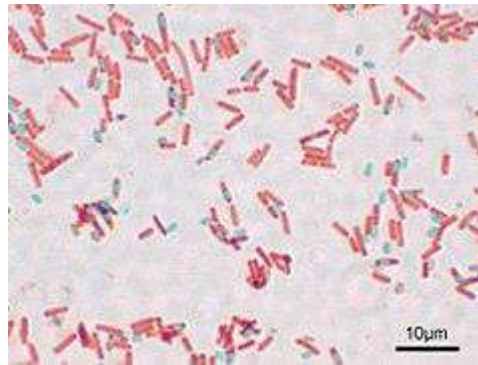


Рис. 1.16 *Bacillus subtilis*

2. **Фізіологія:** *Bacillus subtilis* - аеробний організм, але може рости і в умовах зниженого вмісту кисню. Оптимальна температура росту становить 25-35 °С. *Bacillus subtilis* здатний використовувати широкий спектр органічних субстратів як джерело вуглецю та енергії.
3. **Біохімічна активність:** *Bacillus subtilis* продукує різноманітні ферменти, антибіотики та інші біологічно активні речовини. Серед ферментів, що синтезуються цими бактеріями, є амілази, протеази, ліпази, целюлази тощо. *Bacillus subtilis* також здатний продукувати антибіотики, що пригнічують ріст патогенних грибів та бактерій.
4. **Екологічна роль:** *Bacillus subtilis* відіграє важливу роль в ґрунтоутворенні, розкладанні органічних речовин та кругообігу речовин в природі. Він також взаємодіє з рослинами, стимулюючи їх ріст і захищаючи від патогенів.
5. **Застосування:** *Bacillus subtilis* широко використовується в різних галузях:
  - **Сільське господарство:** як біофунгіцид та біодобриво для захисту рослин від хвороб та покращення їх росту.
  - **Харчова промисловість:** для виробництва ферментів, амінокислот, вітамінів та інших харчових добавок.
  - **Медицина та ветеринарія:** як пробіотик для нормалізації мікрофлори кишечника та підвищення імунітету.
  - **Біотехнологія:** для виробництва ферментів, антибіотиків, біополімерів та інших корисних речовин.

*Bacillus subtilis* - перспективний мікроорганізм для використання в різних галузях завдяки його унікальним властивостям та безпечності для людини та навколишнього середовища.

#### **1.4 Біопрепарати для підвищення життєздатності сої, захисту від патогенів**

Біопрепарати для захисту сої - це екологічно безпечна альтернатива хімічним пестицидам. Вони використовуються для боротьби зі шкідниками та хворобами сої, а також для підвищення стійкості рослин до стресових умов. Основна перевага біопрепаратів полягає в їх безпечності для людей та навколишнього середовища.

Огляд деяких біопрепаратів для сої:

- **Ризоботрофін:** біологічний препарат, що містить корисні мікроорганізми (переважно бактерії родів *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*) або продукти їх життєдіяльності. Ризоботрофін сприяє покращенню ризосфери рослин, стимулює ріст кореневої системи, підвищує життєздатність рослин та захищає їх від хвороб і стресових умов[21].
  - **Склад:** До складу ризоботрофіну можуть входити живі бактерії, метаболіти бактерій (амінокислоти, вітаміни, гормони росту), а також додаткові компоненти (мінеральні добрива, гумати, амінокислоти).
  - **Механізм дії:** Бактерії, що входять до складу препарату, конкурують з патогенними мікроорганізмами за поживні речовини та місце існування, виділяють антибіотики та інші речовини, що пригнічують ріст патогенів. Також вони можуть стимулювати ріст рослин та підвищувати їх стійкість до стресових умов.

- **Застосування:** Ризоботрофін застосовують для обробки насіння або внесення в ґрунт.
- **Ризогумін:** біодобриво для бактеризації насіння сої. Містить торф з клітинами *Bradyrhizobium japonicum*, фізіологічно активні речовини (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти) та мікроелементи. Ризогумін покращує азотне живлення сої та підвищує врожайність[24].
  - **Механізм дії:** *Bradyrhizobium japonicum* проникають в коріння сої та утворюють бульбочки, в яких фіксують атмосферний азот. Фізіологічно активні речовини стимулюють ріст рослин, а мікроелементи забезпечують їх додатковим живленням.
  - **Застосування:** Ризогумін застосовують для передпосівної обробки насіння.
- **Ризобофіт:** мікробний препарат для бактеризації насіння бобових культур (сочевиці) і бобових трав (люцерни, конюшини, козлятника). Випускається в рідкій та порошкоподібній формах. Містить живі клітини ризобіальних бактерій. Ризобофіт підвищує схожість насіння, сприяє формуванню азотфіксуючого симбіозу та збільшує врожайність[23].
  - **Механізм дії:** Ризобіальні бактерії, що входять до складу препарату, заселяють коріння бобових рослин та фіксують атмосферний азот, забезпечуючи рослини доступним азотним живленням.
  - **Застосування:** Ризобофіт застосовують для передпосівної обробки насіння.
- **Хетомік:** біопрепарат на основі гриба-антагоніста *Heteromya*. Застосовується для захисту різних сільськогосподарських культур,

включаючи сою, від корневих гнилей. Хетомік має багатофункціональну дію: захищає рослини від патогенів, стимулює їх ріст і підвищує стійкість до стресових умов.

- **Механізм дії:** Гриб *Heteromya* є антагоністом фітопатогенних грибів, що викликають кореневі гнилі. Він пригнічує їх ріст і розвиток, захищаючи рослини від захворювань. Крім того, Хетомік містить фітогормони та інші біологічно активні речовини, що стимулюють ріст рослин та підвищують їх стійкість до стресових умов.
- **Застосування:** Хетомік застосовують для обробки насіння або внесення в ґрунт[12].

Використання біопрепаратів у вирощуванні сої є важливим елементом екологічно безпечного землеробства. Вони дозволяють зменшити залежність від хімічних засобів захисту рослин, зберегти родючість ґрунту та отримати високі врожаї якісної продукції.

## РОЗДІЛ 2. Об'єкти і методи досліджень

### 2.1 Об'єкти досліджень

У дослідженнях використовувалися такі об'єкти:

- **Мікроорганізми:**

- Високоєфективний штам бульбочкових бактерій сої *Bradyrhizobium japonicum* 15P з колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України.
- Ендофітні бактерії *Pseudomonas putida* 18C та *Bacillus subtilis* sp.4 з колекції промислових штамів мікроорганізмів лабораторії промислової біотехнології НУБІП України, виділені з сої.

- **Рослини:**

- Соя сорту Муза (*Glycine max* (L.) Merr.) з колекції Інституту землеробства НААН України.

В експериментах досліджували вплив *B. japonicum* 15P, *P. putida* 18C та *B. subtilis* sp.4 на ріст та розвиток сої сорту Муза.

### 2.2 Метод проведення польового дослідження

Польові дослідні роботи проводили на земельній ділянці факультету захисту рослин, біотехнологій та екології НУБІП України (рис. 2.1). Облікова площа ділянки 10 м<sup>2</sup>, повторність дослідження 3-х кратна.



Рис. 2.1 Дослідна ділянка сої

Досліди проводилися на темно-каштанових середньосуглинкових ґрунтах з потужним гумусним шаром (45-50 см).

Ґрунт характеризувався наступними показниками:

- **Вміст гумусу** (за методом Тюріна): 2,18%. Це вказує на відносно високу родючість ґрунту.
- **Вміст лужногідролізованого азоту** (за методом Корнфілда): 49,0 мг/кг ґрунту. Цей показник відображає кількість азоту, доступного для рослин.
- **Вміст рухомого фосфору** (за методом Мачигіна): 23,0 мг/кг ґрунту. Вказує на кількість фосфору, який можуть засвоювати рослини.
- **Вміст обмінного калію**: 395 мг/кг ґрунту. Характеризує забезпеченість ґрунту калієм.
- **Найменша вологоємність:**
  - шар 0-50 см: 21,6%;
  - шар 0-70 см: 23,0%;

- шар 0-100 см: 21,5%. Цей показник вказує на здатність ґрунту утримувати воду.

- **Вологість в'янення:**

- шар 0-50 см: 9,8%;
- шар 0-70 см: 9,7%;
- шар 0-100 см: 9,5%. Характеризує мінімальну кількість вологи в ґрунті, необхідну для життя рослин.

Такі характеристики ґрунту свідчать про його відносну придатність для вирощування сільськогосподарських культур, зокрема сої.

У дослідженні передбачалось вивчення взаємодії двох факторів: А – сорт; В – інокуляція; згідно схеми досліду (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема польового досліду	
Фактор А - сорт	Фактор В - інокулянт
Соя ( <i>Glycine max</i> (L.) Merr.) сорту Муза	1К Контрольний зразок (без інокулянту)
	2Д <i>Bradyrhizobium japonicum</i> 15P
	3Д <i>Pseudomonas putida</i> 18C
	4Д <i>Bradyrhizobium japonicum</i> 15P+ <i>Pseudomonas putida</i> 18C
	5Д <i>Bradyrhizobium japonicum</i> 15P+ <i>B. subtilis</i> sp.4

Підготовка і обробіток ґрунту під сою загальноприйняті для Лісостепової зони України і спрямовані на максимальне знищення бур'янів,

вирівнювання поверхні ґрунту, збереження пухкості та вологи, що в свою чергу створювало сприятливі умови для росту і розвитку рослин[25].

Попередником була пшениця звичайна. Після збирання попередника проводили основний обробіток ґрунту, який передбачав перекопування на глибину 8–10 см. Навесні проводився передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивування на глибину 6–8 см з прикочуванням для забезпечення оптимальних умов посіву сої на задану глибину.

У день сівби проводили передпосівну обробку посівного матеріалу інокулянтами *B. japonicum* 15P, *Pseudomonas putida* 18C які є біоагентом мікробного препарату Ризоторфін (титр  $10^8$  КУО/мл) та *B. subtilis* sp.4. Бактеріальне навантаження становило  $10^7$  клітин на насінину, тривалість експозиції одна година.

Для забезпечення правильної оцінки даних польових і лабораторних досліджень проводили фенологічні спостереження згідно «Методики Держсортівипробування сільськогосподарських культур» і «Методики проведення досліджень у кормо виробництві» [13]. Відмічали фази росту і розвитку рослин. Початок фази встановлювали, коли вона наступала в 10 % рослин, повну фазу у 75 % рослин. Крім того, густоту рослин визначали у фазі повних сходів і перед збиранням урожаю на закріплених кілочками площадках, у чотирьох разовій повторності, польову схожість насіння сої та виживання рослин визначали у відповідності загальноприйнятих методик. Висоту рослин визначали шляхом заміру на закріплених кілочками рослинах в основні фази росту і розвитку сої. Відбори зразків коренів рослин для аналізу проводили три рази – після завершення формування симбіозу (1-й відбір – 35 доба після появи сходів, фаза бутонізації) та в період активної азотфіксації (2-й і 3-й відбір – 45 і 55 доба після появи сходів, фази цвітіння та масового цвітіння відповідно) (рис. 2.2).



Рис. 2.2 Відбір зразків коренів

Облік урожаю сої проводили після повного дозрівання насіння в бобах. Збирання врожаю здійснювали вручну. Для аналізу отриманих даних використовували загальноприйняті методики польового дослідження, включаючи визначення структури врожаю, статистичний та економічний аналіз[17].

Статистичну обробку експериментальних даних проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізу. Дисперсійний аналіз дозволив оцінити вплив різних факторів (інокуляції бактеріями) на врожайність сої, а кореляційний аналіз - виявити взаємозв'язок між різними показниками (наприклад, між кількістю бульбочок на коренях і врожайністю) [27].

### **2.3 Методи лабораторних досліджень та обчислення**

Для визначення кількості та маси бульбочок на коренях сої відбирали моноліти ґрунту розміром  $25 \times 25 \times 30$  см. Корені рослин ретельно відмивали від ґрунту. З кожної повторності відбирали по 5 рослин. Бульбочки відокремлювали від коренів, підраховували їх кількість на одну рослину, підсушували та зважували[26].

Для визначення фотосинтетичного потенціалу рослин використовували метод спектрофотометрії. Цей метод дозволяє оцінити інтенсивність фотосинтезу за поглинанням світла хлорофілом.

Етапи спектрофотометрії:

1. **Підготовка проби:** Відбирали зразки листків сої та готували їх до аналізу, руйнуючи клітинну структуру для екстракції хлорофілу.
2. **Налаштування спектрофотометра:** Прилад налаштовували на потрібну довжину хвилі для вимірювання поглинання світла хлорофілом.
3. **Вимірювання поглинання світла:** Екстракти хлорофілу поміщали в кювету спектрофотометра та вимірювали поглинання світла при різних довжинах хвиль.
4. **Аналіз даних:** Отримані дані обробляли за допомогою спеціального програмного забезпечення.
5. **Інтерпретація результатів:** На основі отриманих даних робили висновки про фотосинтетичну активність рослин.

Показники фотосинтетичної активності рослин сої, а саме площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал (ФП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали відповідно до методики[16]. Площу листової поверхні у відповідні фази росту визначали методом «висічок» з подальшими розрахунками згідно формули:

$$П = \frac{M * s * n}{m}$$

де  $P$  – площа листової поверхні, тис. м<sup>2</sup> /га;

$M$  – маса листків в пробі, г;

$s$  – площа однієї висічки, см<sup>2</sup>;

$n$  – кількість висічок.

$m$  – маса висічок, г.

Фотосинтетичний потенціал визначали, використовуючи формулу:

$$\Phi\Pi = ((L_1 + L_2) * T_1 + \dots + (L_n + L_{n+1}) * T_n) / 2$$

де  $\Phi\Pi$  – фотосинтетичний потенціал, млн  $m^2$  діб/га;

$L_1 + L_2$  – сума площі листків за періодами, тис.  $m^2$  /га;

$T_1 T_n$  – тривалість періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали використовуючи формулу:

$$\text{ЧПФ} = \frac{2 * (B_2 - B_1)}{(L_1 + L_2) * T}$$

де ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу,  $г/м^2$  \*добу;

$B_1$  – суха маса врожаю в попередній фазі, г;

$B_2$  – суха маса врожаю в наступній фазі, г;

$L_1$  – площа листя в попередній фазі, тис.  $m^2$  /га;

$L_2$  – площа листя в наступній фазі, тис.  $m^2$  /га;

$T$  – тривалість, діб.

Вміст сухої речовини у відповідні фази росту визначали ваговим методом, згідно ДСТУ ISO 6496-2005, при дворазовому повторенні шляхом висушування зразків рослин сої у термостаті за температури  $+105^\circ\text{C}$  до постійної маси, з подальшим перерахунком на 1 га, використовуючи формулу:

$$C_p = \frac{100 * M_2}{M_1}$$

де  $C_p$  – вміст сухої речовини, %;

$M_2$  – маса наважки після висушування, г;

$M_1$  – маса наважки до висушування, г

Статистичну обробку результатів аналізів здійснювали за програмним забезпеченням Excel.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Особливості формування симбіотичного апарату у сої

Аналізуючи дані досліду (табл. 3.1), можемо зробити такі висновки: для варіанту №2 досліду, де застосовували інокулянт *B. japonicum* 15P у сорту Муза кількість бульбочок становила – 22 шт

Таблиця 3.1

Формування симбіотичного апарату у (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Муза залежно від інокуляції насіння: *Bradyrhizobium japonicum* 15P, *Pseudomonas putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *P. putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *Bacillus subtilis* sp.4

Варіант	Маса коріння, г	Маса коріння без бульбочок, г	Маса бульбочок, г	К-сть бульбочок, шт
1. Контроль (без інокулянту)	4,71±0,15	4,62±0,12	0,21±0,15	17,6±0,94
2. <i>B. japonicum</i> 15P	5,22±0,14	4,77±0,14	0,27±0,11	22,4±0,95
3. <i>P. putida</i> 18C	5,49±0,12	5,17±0,13	0,33±0,11	26,8±0,77
4. <i>B. japonicum</i> 15P + <i>P. putida</i> 18C	5,54±0,12	5,19±0,12	0,35±0,11	29,91±0,77
5. <i>B. japonicum</i> 15P+ <i>B. subtilis</i> sp.4	<b>50</b>	<b>5,33±0,12</b>	<b>0,41±0,11</b>	<b>32,71±0,77</b>

У варіанті досліду №3, де застосовували інокулянт *P. putida* 18C – 26 шт, а в варіантах №4 (*B. japonicum* 15P+ *P. putida* 18C) та №5 (*B. japonicum* 15P+ *B.*

*subtilis* sp.4)- 30 та 33 шт відповідно. Тому найкраще на формування симбіотичного апарату впливає саме комплексне застосування *B. japonicum* 15P+ *B. subtilis* sp.4.

Таблиця 3.2

Структура урожаю сої сорту Муза залежно від інокуляції насіння *Bradyrhizobium japonicum* 15P, *Pseudomonas putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *P. putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *Bacillus subtilis* sp.4

Варіант	Повторність	Бобів на 1 рослину		Зерен на 1 рослину	
		Кількість, шт	Маса, г	Кількість, шт	Маса, г
1.	1	21,2±0,14	15,4±0,72	50,5±0,24	10,1±0,53
Контроль (без інокулянту)	2	18,3±0,91	14,6±0,53	41,9±0,21	9,9±0,43
2. <i>B. japonicum</i> 15P	1	22,1±0,12	16,8±0,74	54,1±0,25	12,5±0,47
	2	23,1±0,13	19,9±0,92	55,5±0,32	12,7±0,53
3. <i>P. putida</i> 18C	1	26,4±0,82	22,1±0,61	58,1±0,22	13,6±0,49
	2	25,3±0,91	20,8±0,44	62,2±0,15	12,9±0,28
4. <i>B. japonicum</i> 15P + <i>P. putida</i> 18C	1	28,4±0,82	24,2±0,61	64,3±0,22	14,4±0,49
	2	27,8±0,91	23,9±0,44	63,5±0,15	13,6±0,28
5. <i>B. japonicum</i> 15P+ <i>B. subtilis</i> sp.4	1	29,4±0,82	25,2±0,61	66,3±0,22	15,7±0,49
	2	28,6±0,91	24,7±0,44	65,5±0,15	15,1±0,28

Таблиця 3.3

Структура урожаю сої сорту Муза залежно від інокуляції насіння  
*Bradyrhizobium japonicum* 15P, *Pseudomonas putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *P. putida* 18C, *B. japonicum* 15P+ *Bacillus subtilis* sp.4

Варіант	Висота, см		Кількість на 1 рослині, шт		Маса, г		
	рослин	Прикріплення першого боба	бобів	насіння	Бобів з 1 рослини	Зерен з 1 рослини	1000 насінин
Контроль (без інокулянту)	118,1 ±0,16	12,9±0,26	20,77±0,98	46,8±0,22	15,3±0,61	10,1±0,47	217,9
<i>B. japonicum</i> 15P	131,3 ±0,15	13,1±0,34	24,4±0,13	56,6±0,28	20,1±0,99	12,6±0,52	221,6
<i>P. putida</i> 18C	133,3 ±0,19	13,4±0,46	25,7±0,83	59,7±0,18	21,4±0,55	13,0±0,38	229,7
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>P. putida</i> 18C	132,3 ±0,19	14,5±0,46	27,8±0,83	66,4±0,18	23,5±0,55	15,0±0,38	242,3
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>Bacillus subtilis</i> sp.4	136,3 ±0,19	12,5±0,46	29,8±0,83	71,4±0,18	26,5±0,55	17,0±0,38	254,7

Аналізуючи дані дослідів (табл. 3.2, 3.3), можемо зробити такі висновки: найвищі показники урожайності сої з однієї рослини отримано при комплексній інокуляції *B. japonicum* 15P+ *B. subtilis* sp.4: кількість бобів – 30 шт, кількість зерен – 71, маса бобів 26,5 г, маса зерен – 17 г, контрольне зважування 1000 насінин - 254,7 г.

При інокуляції сої *B. japonicum* 15P+ *P. putida* 18C отримали такі дані: кількість бобів – 28 шт, кількість зерен – 66, маса бобів 23,5 г, маса зерен – 15,0 г, контрольне зважування 1000 насінин - 242,3 г.

Результати аналізу висоти рослин сої показують, що найвищі рослини були у варіанті з комплексною інокуляцією *B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4 (136,3 см). Це на 6 см (4,6%) вище, ніж при інокуляції лише *B. japonicum* 15P, і на 2 см (1,5%) вище, ніж при обробці комплексом *B. japonicum* 15P + *P. putida* 18C.

Отже, комплексний інокулянт *B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4 є найефективнішим для стимуляції росту сої сорту Муза в даних умовах.

### 3.2. Фотосинтетичний потенціал рослин сої за використання ендоефітних бактерій

Таблиця 3.4

Площа листкової поверхні сої залежно від інокуляції, тис. м<sup>2</sup>/га у фазу (цвітіння-наливання бобів), сорт Муза

Варіант		Приріст до контролю, тис. м <sup>2</sup> /га
Контроль (без інокулянту)	30,8	-
<i>B. japonicum</i> 15P	32,2	1,4
<i>P. putida</i> 18C	33,1	2,3
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>P. putida</i> 18C	34,2	2,9
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>Bacillus subtilis</i> sp.4	36,1	3,3

За даними досліджу (табл. 3.4), можна зробити висновок, що площа листової поверхні сої сорту Муза є більшою при інокуляції комплексом №5 (*B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4) та становить 36,1 тис. м<sup>2</sup>/га (приріст до контролю 5,3 тис. м<sup>2</sup>/га), відповідно при інокуляції №4 (*B. japonicum* 15P + *P. putida* 18C)– 34,2 тис. м<sup>2</sup>/га (приріст до контролю 3,4 тис. м<sup>2</sup>/га).

Таблиця 3.5

Фотосинтетичний потенціал за період (повні сходи – фізіологічна стиглість) рослини сої залежно від інокуляції, млн. м<sup>2</sup>діб/га

Варіант		Приріст до контролю, тис. м <sup>2</sup> /га
Контроль (без інокулянту)	2,13	-
<i>B. japonicum</i> 15P	2,63	0,50
<i>P. putida</i> 18C	2,79	0,66
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>P. putida</i> 18C	2,94	0,81
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>Bacillus subtilis</i> sp.4	3,11	1,02

За даними досліджу (табл. 3.5), можна зробити висновок, що фотосинтетичний потенціал сої сорту Муза є більшим при інокуляції №5 (*B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4) та становить 3,11 млн. м<sup>2</sup>діб/га (приріст до контролю 1,02 млн. м<sup>2</sup>діб/га), відповідно при інокуляції №4– 2,94 млн. м<sup>2</sup>діб/га (приріст до контролю 0,81 млн. м<sup>2</sup>діб/га).

Таблиця 3.6

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) у листах сої, залежно від інокуляції, г/м<sup>2</sup> добу

Варіант		Приріст до контролю, г/м <sup>2</sup>
Контроль (без інокулянту)	2,17	-
<i>B. japonicum</i> 15P	2,57	0,40
<i>P. putida</i> 18C	2,85	0,63
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>P. putida</i> 18C	2,96	0,79
<i>B. japonicum</i> 15P+ <i>Bacillus</i> <i>subtilis</i> sp.4	3,08	0,91

За даними досліджу (табл. 3.6), можна зробити висновок, що чиста продуктивність фотосинтезу сої сорту Муза є більшою при інокуляції №5 (*B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4) та становить 3,08 г/м<sup>2</sup> (приріст до контролю 0,91 г/м<sup>2</sup>), відповідно при інокуляції №4 – 2,96 г/м<sup>2</sup> (приріст до контролю 0,79 г/м<sup>2</sup>).

Вплив комплексної інокуляції на рослини сої сприяє збільшенню кількості бульбочок. Комплексна інокуляція сприяла формуванню більшої кількості бульбочок на коренях сої порівняно з контролем та іншими варіантами інокуляції. Це вказує на ефективніший симбіоз між рослиною та азотфіксуючими бактеріями, що може забезпечити краще азотне живлення рослин.

Серед переваг застосування рістстимулюючих бактерій є підвищення врожайності. Спостерігалось значне збільшення врожайності сої при

комплексній інокуляції. Це проявлялося у збільшенні кількості бобів та зерен, а також їх маси. Також відбувається стимуляція росту рослин: Комплексна інокуляція позитивно впливала на ріст рослин сої, що проявлялося у збільшенні їх висоти.

Комплексна інокуляція сприяла збільшенню площі листової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу. Це вказує на підвищення ефективності фотосинтезу, що може позитивно впливати на продуктивність рослин.

## ВИСНОВКИ

1. Найвищі показники урожайності сої з однієї рослини отримано при комплексній інокуляції *B. japonicum* 15P+ *B. subtilis* sp.4: кількість бобів – 30 шт, кількість зерен – 71, маса бобів 26,5 г, маса зерен – 17 г, контрольне зважування 1000 насінин - 254,7 г.

2. Фотосинтетичний потенціал сої сорту Муза є більшим при інокуляції №5 (*B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4) та становить 3,11 млн. м<sup>2</sup>діб/га (приріст до контролю 1,02 млн. м<sup>2</sup>діб/га), відповідно при інокуляції №4 – 2,94 млн. м<sup>2</sup>діб/га (приріст до контролю 0,81 млн. м<sup>2</sup>діб/га).

3. Чиста продуктивність фотосинтезу сої сорту Муза є більшою при інокуляції №5 (*B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4) та становить 3,08 г/м<sup>2</sup> (приріст до контролю 0,91 г/м<sup>2</sup>), відповідно при інокуляції №4 – 2,96 г/м<sup>2</sup> (приріст до контролю 0,79 г/м<sup>2</sup>).

4. На основі проведених досліджень встановлено, що комплексна інокуляція *B. japonicum* 15P + *B. subtilis* sp.4 є найефективнішим варіантом обробки насіння сої сорту Муза. Цей варіант продемонстрував найкращі результати за більшістю досліджуваних показників, включаючи кількість бульбочок, врожайність, висоту рослин, площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу.

5. Отримані результати свідчать про перспективність використання цього комплексного інокулянту в сільськогосподарському виробництві для підвищення ефективності вирощування сої.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hallmann J.A., Quadt-Hallmann W.F., Mahaffee A. W., Kloepper J.W. Endophytic bacteria in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* 1997. V. 43. С. 895–914. doi: 10.1139/m97-131
2. <https://www.syngenta.ua/korysna-agronomichna-informaciya/maysternya-agrariya/hvoroby-vegetatyvnoyi-masy-soyi-ta-zasoby-yih> (дата звернення: 01.11. 2024).
3. Khan, N., et al. (2023). Plant growth-promoting rhizobacteria improve the growth and nutrient use efficiency of soybean (*Glycine max* L.) under stress conditions. *Plant and Soil*, 488(1-2), 341-358.
4. Maier R. J. Ineffective and non-nodulating mutant strains of *Rhizobium japonicum* / R. J. Maier, W. J. Brill // *J. Bacteriol.* — 1976. — Vol. 127, № 2. — С. 763—769.
5. Ortiz-Martinez, V. M., et al. (2023). Microbial consortia for improving soybean production: A review. *Journal of Fungi*, 9(5), 535.
6. Patten C.L., Glick B.R. Role of *Pseudomonas putida* indoleacetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology*. 2002. V. 68. С. 3795–3801.
7. Smith, John. "Fabaceae: Classification, Nutrient Composition and Health Benefits." ABC Publishing, 2021. -С. 4-9.
8. Sturz A.V., Christie B.R., Nowak J. Bacterial Endophytes: Potential Role in Developing Sustainable Systems of Crop Production. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 2010. V. 19. № 1. P. 1 – 30. doi: 10.1080/07352680091139169
9. Udvardi M., Poole P. S. Transport and metabolism in legume–rhizobia symbioses. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2013; 64(1). С. -781-805.
10. Willems A. The taxonomy of rhizobia: an overview / A. Willems // *Plant and Soil*. – 2006. – Vol. 287. – P. 3-14.
11. Биорегуляция микробно-растительных систем / Иутинская Г. А.,

- Пономаренко С. П., Андреюк Е. И. и др.; Под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. — К.: Ничлава, 2010. — 464 с.
12. Біофунгіцид Хетомік <https://ismav.com.ua/produkcija/hetomik/> (дата звернення: 13.10. 2024).
13. Бровко И.С., Титова Л.В., Иутинская Г.А., Сухачева М.В., Кравченко И.К. Идентификация и азотфиксирующая активность неризобийных бактерий из клубеньков сои // Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. — 2014. — № 3 (60). — С. 52–55.
14. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов / [А.И. Шапошников, А.А. Белимов, Л.В. Кравченко, Д.М. Вивако] // Сельскохозяйственная биология. — 2011. — № 3. — С. 16—22.
15. Вишнякова М. Л. Соя – історія культури / М. Л. Вишнякова // Агроном. — 2004. — № 3 (5). — С. 82 – 83.
16. Гудзь С.П., Гнатуш С.О., Білінська І.С. Мікробіологія: практикум, тести. Львів: Львівськ. нац. ун-т ім. Івана Франка, 2012. 227 с.
17. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М. : Колос, 1979. — 376 с
18. Косаківська І. В. Фітогормональна регуляція процесів адаптації рослин до стресів / І. В. Косаківська // Укр. ботан. журн. — 1997. — Т. 54, № 4. — С. 330—333.
19. Миколаєвський В. П. Вплив інокулянтів на формування симбіотичних систем, розвиток хвороб та продуктивність сої різних сортів / В. П. Миколаєвський, В. Г. Сергієнко, Л. В. Титова // Мікробіологія і біотехнологія. — 2016. - № 3. — с. 57-68.
20. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: Монографія / В. В. Волкогон. — К.: Аграрна наука, 2007. — 144 с
21. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: [монографія] / В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, Л.М. Токмакова,

- Є.П. Копилов, С.Ф. Козар, М.З. Толкачев, Т.М. Мельничук, Л.О. Чайковська, М.К. Шерстобоев, А.М. Москаленко, Ю. М. Халеп; За ред. В.В. Волкогона. — К.: Аграрна наука, 2006. С. 312-324.
22. Моргун В. В. Симбіотична азотфіксація та її значення в азотному живленні рослин: стан і перспективи досліджень / В. В. Моргун, С. Я. Коць // Фізіологія і біохімія рослин. – 2008. – Т. 40, № 3. – С. 187-205.
23. Ризобіот для сочевиці та бобових трав <https://ismav.com.ua/produkcija/biopreparati-dlya-roslinnictva/rizobofit/> (дата звернення: 10.11. 2024).
24. Ризогумін (торфяний) для сої <https://ismav.com.ua/produkcija/biopreparati-dlya-roslinnictva/rizogumin-torfyanij-soya/> (дата звернення: 18.10. 2024).
25. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / [В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Іващук, О. В. Корнійчук]. – Львів: Укр. технології, 2010. – 1088 с.
26. Толкачев Н. З. Модифицированный метод определения количества клубеньковых бактерий сои в почве / Н. З. Толкачев // Тр. ВНИИСХМ. 157 – Л., 1990. – Т. 60. – С. 37-43
27. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

## Додаток А



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ**  
**І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЗАХИСТУ РОС.ЛНН, БІОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ**  
**КАФЕДРА ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОРІЗНОМАНІТТЯ**

**Х ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**  
**СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ «БІОТЕХНОЛОГІЯ: ЗВЕРШЕННЯ ТА НАДІЇ»**

**2-3 травня 2024 р.**  
**м.Київ**



	6
<b>Самойлюк А. А., Козловіць Ю. В.</b> Особливості культивування <i>Dicella sarota in vitro</i> для підвищення біорезистентності та виробництва корисних біопродуктів.....	62
<b>Савицька Л. В., Нестерона Н. Г.</b> Використання рослин роду <i>Fragariae</i> в озелененні міст.....	63
<b>Северін С.М., Ткаченко Т.А.</b> Перспективні напрямки використання вуглецевих наноматеріалів у сільському господарстві.....	65
<b>Сідорович Є.А., Нестерона Н.Г.</b> Аспекти впливу засолення ґрунту та дії β-бан на фізіологічні показники рослини кукурудзи <i>Zea mays</i> L.....	67
<b>Сірик А.Є., Бойко О.А.</b> Вплив біологічних активних речовин гриба роду <i>Daedaleopsis</i> J.Schröt. на ріст і розвиток овочевих культур.....	
<b>Сипченко О.Ю., Лобона О.В.</b> Мікроскопічне розмноження Змієголовника молдавського ( <i>Dracoscapulum moldavica</i> L.).....	69
<b>Слобінський В.В., Бородай В.В.</b> Ефективність комплексного застосування біопрепаратів в технології вирошування сої.....	70
<b>Сокіл Д. О., Дрозд П. Ю.</b> Моніторинг впливу інвазивних чужорідних видів на біорізноманіття водних екосистем.....	71
<b>Хоменко Д.С., Лісовий М.М.</b> Пробіотичні штами лакто- та біфідобактерій.....	73
<b>Хомок М.П., Класко О.Ю.</b> Особливості калусогенезу рослини монарди лимонної ( <i>Monarda citriodora</i> Cerv. ex Lag.).....	74
<b>Швець Д. О., Бойко О. А.</b> Характеристика ксилотрофних базидієвих грибів та їх використання в моніторингу екологічних систем.....	76
<b>Шенченко А.В.</b> Оптимізація біотехнології виробництва вакцин для птахівництва.....	76
<b>Шкарбан П.О., Таран О.П.</b> Дослідження біосенсорного детектування мікотоксинів в різних матрицях.....	78
<b>Шляхтув І.С., Кляченко О.І.</b> Морфологічна різноманітність калусних тканин Лаванди вузьколистої ( <i>Lavandula angustifolia</i> Mill.).....	79