

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Факультет захисту рослин, біотехнології та екології**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО  
ЗАХИСТУ**

Завідувач кафедри  
фітопатології ім. академіка В.Ф.  
Пересипкіна

\_\_\_\_\_ Дмитро ГЕНТОШ  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему «Діагностика хвороб насіння сої»

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

**Гарант освітньої програми**

Доктор сільськогосподарських

наук, професор, професор кафедри

фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна \_\_\_\_\_ Мирослав ПІКОВСЬКИЙ  
(підпис)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Доктор сільськогосподарських

наук, професор, професор кафедри

фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна \_\_\_\_\_ Мирослав ПІКОВСЬКИЙ  
(підпис)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Тарас ПАСТУХ  
(підпис)

**КИЇВ – 2025**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Факультету захисту рослин, біотехнології та екології**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

**фітопатології**

**ім. акад. В.Ф. Пересипкіна**

**Кандидат с.-г.н., доцент \_\_\_\_\_ Гентош Д.Т.**  
(підпис)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**З А В Д А Н Н Я**

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту**

**Пастуху Тарасу Петровичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 202 Захист і карантин рослин

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи «Діагностика хвороб насіння сої»

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

№ \_\_\_\_\_

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи хвороби насіння сої, соя, діагностика, пліснявіння, альтернаріоз сої, фузаріозне ураження насіння сої

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Ознаки хвороб насіння сої
2. Морфологічні особливості збудників хвороб насіння сої
3. Аналіз мікофлори насіння сортів сої

Дата видачі завдання “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Піковський М.Й.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Пастух Т.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Діагностика хвороб насіння сої» містить 48 сторінок, 3 розділи, 27 рисунків, 1 формула. Список використаних джерел складається з 46 пунктів.

**Метою наукової роботи** було дослідити фітопатологічний стан вибраних сортів сої й оцінити вплив інфекційних чинників на проростання насіння.

### **Завдання дослідження:**

- визначити видовий склад збудників хвороб, що проявились у ході експерименту оцінити їх за морфологією та симптомами;
- визначити вплив інфекції на енергію проростання та схожість насіння;
- провести собисті особистий аналіз для оцінки ураження сортів сої хворобами, які проявились у ході дослідження;

**Об'єкт дослідження.** Соя, а також мікофлора насіння.

**Предмет дослідження.** Видовий склад збудників хвороб насіння сої, та їх вплив на посівні якості.

**Апробація результатів дослідження.** Результати дослідження мікофлори насіння сої були представлені на IV Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти «Досягнення і перспективи в захисті та карантині рослин».

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	8
<b>1.1. Народногосподарське значення сої</b> .....	8
<b>1.2. Історія вивчення хвороб насіння сої</b> .....	12
<b>1.3. Поширення та шкідливість хвороб насіння сої</b> .....	15
<b>1.4. Зовнішні симптоми проявлення хвороб насіння сої</b> .....	19
<b>1.5. Біологічні та екологічні особливості збудників хвороби</b> .....	24
<b>1.6. Стан вивчення заходів контролю хвороб насіння сої</b> .....	28
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
<b>2.1. Кліматичні умови місця проведення досліджень</b> .....	33
<b>2.2. Методика проведення досліджень</b> .....	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	37
<b>3.1. Ознаки хвороб насіння сої</b> .....	37
<b>3.2. Морфологічні особливості збудників хвороб насіння сої</b> .....	39
<b>3.3. Аналіз мікофлори насіння сортів сої</b> .....	40
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	45

## ВСТУП

Соя (*Glycine max* (L.) Merril) – культурна рослина, що має азійське походження належить до родини бобових (*Fabaceae*). Є однією з головних білково-олійних культур на Землі, що широко застосовують в багатьох галузях. Вона є однією із найдавніших окультурених бобових, соя має понад п'ятитисячолітню історію вирощування й застосування людиною [21].

За народногосподарським значенням, культура є рівнозначною таким основним сільськогосподарським культурам як пшениця, кукурудза та ріпак. Зерно сої характеризується високим вмістом білка (35 – 52 %) та значну частку олії (17 – 27 %). Також, зерно містить значну частку вуглеводів, клітковину, макро– та мікроелементи, вітаміни А, В, С, D, Е та мінеральні речовини.

Білок сої представлений легкокорозчинними фракціями (до 94 %) та в ньому є велика кількість незамінних амінокислот – це зумовлює його цінність як джерела рослинного протеїну. З насіння сої виробляють різні харчові продукти, такі як соєве борошно, молоко, сир тофу, а також соєве м'ясо, які активно використовуються у вегетеріанській кухні.

Зелена маса, сіно, макуха і шрот використовуються для згодовування сільськогосподарським тваринам. Володіючи властивостями азотфіксації, соя є цінним попередником для просапних та зернових культур. Урожайність її становить 2-4 т/га [33].

Культура є достатньо прибутковою сільськогосподарською культурою в Україні через її стабільний попит на внутрішньому та міжнародному ринках. Як стратегічна культура, соя відіграє суттєву роль у світовому агросекторі. Глобальне виробництво становить неймовірних 371,7 млн тонн, провідними виробниками якої є: Бразилія, США, Аргентина, Китай та Індія. В Європі у 2021 році соєю висівали 5,5 млн га, середня врожайність становила – 2,09 т/га. Україна стабільно входить до десятки світових лідерів її вирощування, проте отриманню якісного врожаю перешкоджають численні хвороби [29].

Соя піддається ураженню широким спектром патогенів – їх відомо більше 200 видів, серед яких найнебезпечнішими вважаються гриби. Значна їх кількість здатна спричиняти економічні втрати при вирощуванні. На уражених бобах можна спостерігати характерні ознаки, що свідчать про наявність інфекції. Проведення дослідження морфологічних особливостей патогенів дає змогу виявити їхню природу та зафіксувати патологічні зміни, властиві ураженому насінню. В регіонах, де соя вирощується в значних масштабах, інфікування фітопатогенними грибами є одним із найважливіших чинників, які негативно впливають на її урожайність [37].

Актуальність теми була зумовлена сильним ураженням сої, великим спектром збудників, до яких відносяться до родів *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* та *Alternaria spp.*.

Метою роботи стало визначення ознак хвороб, вивчення та виявлення морфологічних особливостей збудників та вивчення мікофлори сортів сої.

## I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Народногосподарське значення сої

Соя – однорічна рослина з розгалуженою стрижневою кореневою системою у якої більша частина якої знаходиться у верхніх 15 см ґрунту (рис. 1.1). Головний корінь проростає на глибину до 2 м, а додаткові із гіпокотилів. Рослина має прямостоячий тип росту, у ресурсах зародкової плазми часто зустрічається вилягання [17].



Рис. 1.1 Загальний вигляд рослин сої (фото автора)

Нові сорти здебільшого прямостоячі, куцисті, 20 – 180 см заввишки (рис. 1.2), з кількома первинними гілками та без вторинних. Трапляються також винятково розпростерті та вільно розгалужені, особливо у тих сортів, які застосовуються для кормових цілей.



Рис. 1.2 Висота рослин сої у польових умовах (фото автора)

Листки у сої трійчасті, чергуються з довгими черешками та маленькими прилистками, листки від яйцеподібних до ланцетних з мучнистим кінчиком (рис. 1.3).

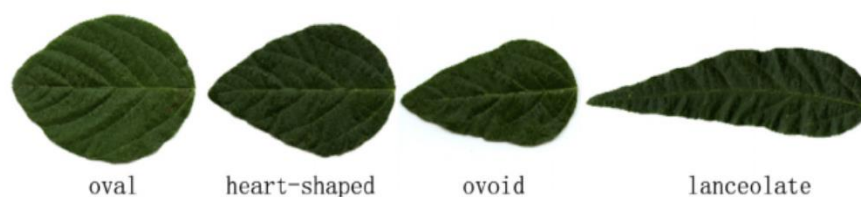


Рис. 1.3 Поширені форми листків сої [45]

На період цвітіння й дозрівання значною мірою впливає фотоперіод. Квіти сосочкові, білі або блідо-фіолетові, з трубчастою чашечкою і п'ятьма нерівними частками чашолистка та п'ятичленим віночком, що складається з задньої стандартної пелюстки, двох бічних крилатих пелюсток й двох передніх кільових пелюсток. Одиночна маточка одно гніздова та має 1-4 кампілотропні яйцеклітини [36].

Стилет вигинається до задньої тичинки й оточений ручкоподібним рильцем. Всі квітки мають по дві приквітки та волохату чашечку з п'яти загострених чашолистків, які об'єднані приблизно на половині довжини. Боби зібрані в групи по 3 – 15 штук, 3 – 7 см завдовжки, світло-коричневі, волохаті, при дозріванні трішки стиснуті між насінням. Насінини варіюють за формою, кольором та розміром хоча найчастіше воно кругле, жовтувате, коричневе або чорне. Соя зазвичай самозапилюється, але у природних умовах рівень природного запилення становить від 0,03 до 1,14%. Дика соя, часто самозапилюється, у той час як багаторічний дикий родич, *G. argyrea* (Ting.) і його близький вид, *G. clandestine* (Wendl.), мають самозпліднені і хазмогамні квітки на одній рослині [36].

Хазмогамні квітки запилюють комахи, що призводить до перехресного запилення. Дрібні комахи, такі як трипси, медоносні бджоли, зазвичай займаються природним ауткросингом. Для контрольованого запилення спочатку з молодих квіток обережно видаляють чашолистки і пелюстки. Все починається в полі, з висадки насіння 15 квітня, або до 15 липня. Соя вважається зрілою, тоді коли вологість насіння знижується до 14%. Збирання врожаю залежить від регіону, сорту, дати посадки та погодних умов, зазвичай припадає на жовтень та листопад [38].

Соя є важливою культурою у світі, загалом через поживну цінність соєвого шроту (рис. 1.4). Високий вміст білка, профіль незамінних амінокислот та присутність інших корисних поживних речовин. Соєвий шрот становить 70% цінності насіння, в той час як він становить лише близько 35% від сухої ваги насіння. Крім того, у світі 97% соєвого шроту використовується на корм худобі. Основною причиною його використання є вміст незамінних амінокислот. Соєвий шрот та побічні продукти переробки сої застосовується як додатковий або фінішний корм для великої рогатої худоби через ускладнення кормового раціону [33].



Рис. 1.4 Соєвий шрот [2]

Втім як корм, соя має дві основні проблеми: дефіцит метіоніну та білки-інгібітори трипсину. Незважаючи на наявність у ній високого вмісту метіоніну, цього недостатньо для потреб тваринництва. Він є першою лімітуючою амінокислотою для соєвого шроту і вимагає від виробників додавання синтетичних аналогів, що приводить до ряду негативних економічних та екологічних наслідків, включаючи ріст собівартості та низьку ефективність використання азоту [32,16].

Як харчовий продукт, соя існує в двох різних формах – це зумовлено географією та культурними традиціями. Близько половини населення землі щодня вживає цільні соєві боби та її перероблені продукти. Вони ж поділяються на два головних підвиди: ферментовані та неферментовані. До неферментованих відносяться цільні насіння, наприклад, сухі соєві боби, соєві горіхи та едамаме, продукти переробки, такі як соєве молоко та соєве борошно. Соєве молоко являє собою водний екстракт соєвих бобів, з якого при переробці можна отримати тофу і побічні продукти. Ферментовані соєві продукти включають соєвий соус, місо, темпе, суфу і натто, кожен з цих продуктів має певний вигляд від бактерій, які забезпечують ферментацію.

Соєва олія використовується у сумішах рослинної олії та маргарину для різноманітних кулінарних цілей. Важливість інноваційного використання соєвих продуктів росте через потенційну користь для здоров'я від споживання сої. Доведено, що соєві продукти відіграють важливу роль у профілактиці

хронічних захворювань людини, наприклад рак, хвороби серця, остеопороз [34].

Споживачі продовжують шукати рослинний білок, отже соя буде основним джерелом нових альтернатив тваринному м'ясу [42].

Загалом в Україні майже 61 % усіх посівних площ сої зосереджено у лісостеповій зоні, 23 % – поліська та 16 % – степова. Найбільші за розміром посівні площі сої серед регіонів у Хмельницькій (10,4 %), Київській (7,3 %), Полтавській (9,5 %), Житомирській (8,3 %) та Вінницькій (6,6 %). Разом у вказаних п'яти областях зосереджено близько 45 % усіх посівних площ сої (рис. 1.5).



Рис.1.5 Частка вирощування сої за областями України [1]

## 1.2. Історія вивчення хвороб насіння сої

*Fusarium* вперше був описаний Лінком ще у XIX столітті (1809 рік). Втім, лише після виходу книги «Die Fusarien» цей рід почав привертати увагу. За останні 80 років було здійснено масштабні дослідження, пов'язані з таксономією, біологічними особливостями та вивченням мікотоксинів.

У своїй роботі 1935 року Рейнкінг та Волленвебер описали близько 22-ох форм та 100 видів, проте згодом, Хансен та Снайдер провели ревізію класифікації та в результаті скоротили значну кількість видів. Впродовж 40 років, з 1940 до 1980 років, низка мікологів висунула різні підходи до таксономії роду *Fusarium*, але ні одна з них не здобула світового визнання.

В 1980–х роках таксономісти всього світу о'єднали зусилля для формування загальної класифікації, але вже в 90–х роках із впровадженням концепції філогенетичних видів було ідентифіковано багато нових видів роду *Fusarium*, які неможливо було розрізнити за морфологічними ознаками. Публікація «Лабораторний посібник з фузаріозу» Леслі та Саммерла у 2006 році стала вирішальним етапом у систематизації знань, що включав опис понад 70–ти видів *Fusarium* [43].

Білай В.Й., українська вчена, проводила дослідження щодо впливу вологості, температури та складу поживного середовища на рід *Fusarium*.

Українська вчена Білай В. Й. проводила дослідження щодо змінності властивостей *Fusarium* на температуру, вологість та склад поживного середовища. На підставі отриманих результатів вона запропонувала власну версію перегляду таксономії та радила об'єднати деякі відділи, які раніше були виокремлені Рейнінгом та Волленвебером [11].

Протягом 1960 – 1970 років Бут (Англія) зробив вагомий внесок у таксономію фузаріозу. Оpubлікувавши монографію «Рід *Fusarium*», автор переглянув систему Рейнкінга та Волленвебера та вперше запровадив використання морфології конідієносців [12].

У 1816 році, рід *Alternaria* був вперше описаний Нісом і відтоді його таксономічна класифікація є предметом наукових суперечок. У період 1816 – 1850 років було описано 4 роди, які були пов'язані з альтернативними гіфоміцетами, а саме *Alternaria* Ness (1816), *Macrosporium* Fr. (1832), *Brachycladium* Corda (1838) і *Ulocladium* Preuss (1851). В той самий період був описаний союзний рід *Stemphylium* Wallr. (1833).

На початку вивчення, роди *Alternaria*, *Stemphylium* та *Macrosporium* зазвичай об'єднували між собою, а роди *Ulocladium* та *Brachycladium* були майже забуті. В той період таксономічного вивчення роду *Alternaria* було описано лише декілька видів. До прикладу, типовим представником роду є *A. tenuis* Ness (1816), але першою опублікованою назвою є *Torula alternata* Fr. (1832). У період 1850 – 1930 років було запропоновано близько 400 видів, з яких майже 300 віднесли до роду *Macrosporium*.

У 1917 році Елліотт здійснив важливу спробу перегляду родів *Alternaria* та *Macrosporium*, в ході якого розділив їх на морфологічні групи (на основні особливостей конідій) та виділив декілька морфологічних груп для кожного з представників – це вперше засвідчило збільшення проблем у номенклатурі альтернативних гіфоміцетів.

1930– 1960 роки характеризувалися перевіркою та спрощенням вищезгаданих родів. Було здійснено ряд змін з розподілу *Macrosporium*, *Alternaria* та *Stemphylium*, метою якого було уточнення таксономічного статусу кожного, але кожна з численних спроб стикалась з труднощами на основі класифікації численних таксонів, що нагадували типові представники згаданих родів.

Головним висновком Вілтшира (1933) було те, що рід *Macrosporium* потрібно відмінити та віддати всю перевагу роду *Alternaria*, проте цей підхід викликав суперечливу реакцію серед науковців.

У 1945 році була пропозиція поділити рід *Alternaria* на 3 морфологічні секції, в залежності від способу формування конідій.

1. Секція *Longicatenata*, яка ж подібною до *A. tenuis* (= *A. alternate*) – з довгими ланцюжками конідій.

2. Секція *Noncatenatae*, представлена *A. brassicae*. В якій конідії переважно поодинокі.

3. Секція *Brevicatenatae*, характерна *A. tenuissima* з короткими ланцюжками до 5 конідій.

У 1964 році Joly запропонував інший підхід до класифікації *Alternaria*, поділивши її за симетрією, жорсткістю та симетрією. (*Brunneoseminae* з коричневими, червонувато–коричневими пігментованими конідіями; *Claro-seminae* зі світлими чи майже прозорими жовтуватими конідіями та *Rigida*, які виділяються жорсткими конідіями без повздовжніх перегородок.

Втім, ці схеми не відповідали нормам номенклатури та не стали загальноприйнятими, в результаті чого на сьогоднішній день дані схеми не використовуються науковцями.

Сіммонс Е. Г. у період своєї наукової діяльності провів ґрунтову переоцінку та ревізію усіх наявних назв та таксонів, пов'язаних з родом *Alternaria*. Його дослідська діяльність відзначалася винятковою ретельністю, оскільки Сіммонс дослідив практично всі опубліковані описи, гербарні зразки, а також живі культури грибів. Паралельно з цим, інші мікологи також описували нові види, яких нараховувалося близько 150, проте внесок самого Сіммонса – близько 200 нових таксонів – є наймасштабнішим в історії вивчення *Alternaria* [30].

### **1.3 Поширення та шкідливість хвороб насіння сої**

На жаль, соя вразлива до багатьох захворювань, що можуть спричинити велику втрату урожаю. На вегетативній масі сої велику долю займають грибні хвороби, найнебезпечнішими з яких є: альтернаріоз (25 %), фузаріозна гниль (16 %), перноспороз (11 %), фузаріозне в'янення (10 %), септоріоз (10 %) (рис. 1.6).

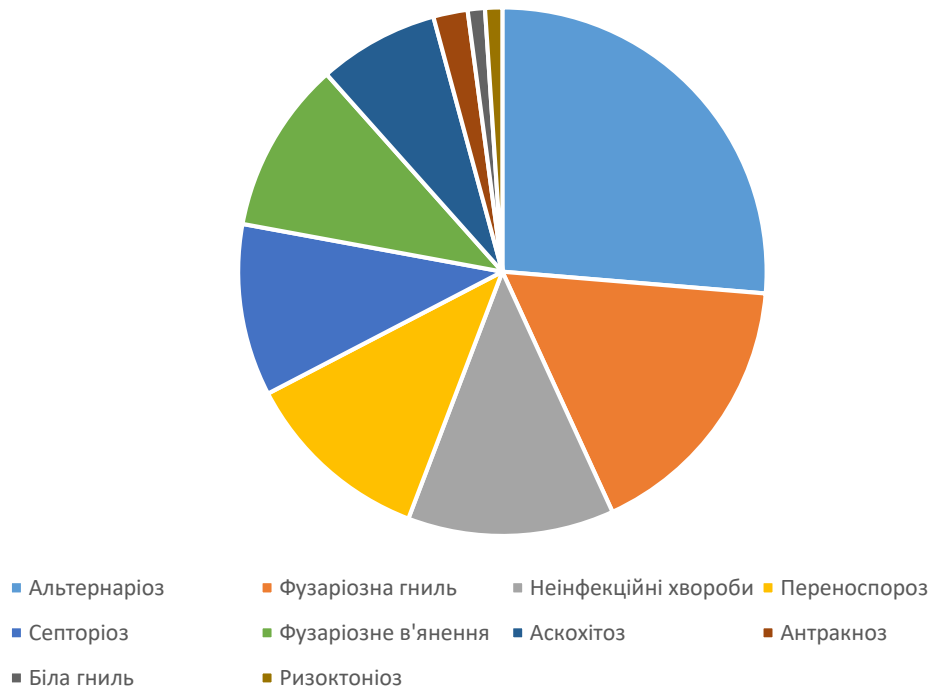


Рис. 1.6 Частка головних хвороб на посівах сої [9]

**Фузаріоз.** Хвороба з'являється на посівах кожного року в усіх кліматичних зонах України. Проявляється протягом всього вегетаційного періоду. Для діагностики необхідно викопати рослини із ґрунту, дбайливо відмити кореневу систему, здійснити візуальний огляд, і за потреби, використовуючи біологічний метод, спровокувати формування спороношення і провести мікроскопічний аналіз. Одночасно, варто зважати на мінливість симптомів захворювання, яке зумовлено багатьма чинниками видовим складом збудників та їхніми патогенними особливостями, екологічними умовами, джерелами інфекції тощо [4].

Представники роду стабільно ізолюються з бобів сої та погано впливають на його якість, погіршуючи енергію проростання та схожість. Проте на проростання сої впливають не тільки патогенні гриби, які передаються через насіння. Багато видів *Fusarium* класифікується і як ґрунтові патогени сої. Вони вміють зберігатися протягом тривалого часу в рослинних рештках, що залишаються після збору врожаю. Зокрема, більшість *Fusarium* можуть продукувати хламідоспори. Одразу після висіву насіння в ґрунт вони його

колонізують, що призводить до формування симптомів хвороби на сходах і, в результаті, зниження схожості [31].

*Fusarium* – вид грибів, який ізолюють із коренів сої, що демонструють симптоми ураження. Крім того, він тісно пов'язаний із фузаріозним в'яненням і спричиняє широкий спектр симптомів, таких як знебарвлення провідної судинної системи у ролин сої, засихання рослини та руйнування кори. Економічні втрати у наслідок фузаріозного в'янення сягали до 59 % та до 64 % внаслідок кореневої гнилі. Також відомо, що зараження насіння може істотно знижувати його схожість у польових умовах – до 40 % [28].

*Fusarium redolens* Wollenw. має морфологічну подібність до *F. oxysporum*, що тривалий час спричиняло його класифікацію як різновид *F. oxysporum* або як частину видової групи *F. oxysporum*. Тільки з появою молекулярно-генетичних методів стало можливим виокремити *F. redolens* як окремий вид. Даний гриб є небезпечним патогеном для зернових культур, але водночас і здатен проявляти високу агресивність щодо насіння та проростків сої. Сьогодні *F. redolens* визнаний одним із основних патогенів сої, відповідальним за розвиток корневих гнилей, а також за до- та післясходове в'янення у країнах на території Північної та Південної Америки [27].

Не всі ізоляти *Fusarium*, що були отримані з рослин, є патогенними, тобто не всі вони здатні викликати прояви захворювань у рослин. Ізоляти можуть суттєво відрізнитися за рівнем агресивності. Варіації патогенності та агресивності всередині роду *Fusarium* підтверджена попередніми дослідженнями. Для *F. oxysporum* встановлено, що певні ізоляти мають широкий спектр патогенних властивостей – від сильно агресивних до непатогенних. У зв'язку з цим тестування патогенності виділених ізолятів *Fusarium* є ключовим етапом під час ідентифікації збудників, що відповідає принципам, викладеним у постулатах Коха [26].

**Альтернاریоз** – хвороба, яку викликають гриби роду *Alternaria* – створює суттєвий вплив на аграрну економіку багатьох країн. Конідії грибів роду *Alternaria* спроможні переноситися повітряними потоками на великі відстані,

при цьому виявляються навіть на висоті 3 кілометрів. Їх концентрація у атмосфері досягає найбільших значень в середині дня, в той час як мінімальні показники спостерігаються у ранковий час. Найбільше число конідій спостерігається протягом серпня (за даними Семьонова А.Я. та Фьодорової Р.Н.) [6].

Поміж представників *Alternaria*, такі види як *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Alternaria tenuissima* (Need and T. Nees: Fr.) Wiltshire, інші ж відомі як збудники альтернаріозу. *A. alternata*, як вид, є основою ураження листя, бобів, і стебел сої у природних умовах. Він спроможний інфікувати плоди після зняття захисної оболонки в осінню пору року, що виглядає як червоні плями на шкірці, які в результаті сильно погіршують товарну якість врожаю [21].

**Пліснявіння.** Гриби з роду *Mucor* – спроможні уражувати насіння сільськогосподарських культур, зокрема сої. Ці гриби дуже поширені у природному середовищі і розвиваються на органічних субстратах наприклад, ґрунт і рослинні рештки. Ураження насіння, представниками роду *Mucor*, відбувається на стадії проростання, під час збирання врожаю та у період зберігання насіння [6, 25].

Шкідливість грибів роду *Mucor* полягає в суттєвому зниженні посівних якостей таких як, енергія проростання, також зустрічається істотна затримка розвитку сходів та зниження фітосанітарного стану насіння [41].

Рід *Penicillium* є одним із найбільш розповсюджених у світі й трапляється у середовищах – від повітря й приміщень, до ґрунтів і рослин. Вражене насіння, має недостатню схожість та енергією проростання, що негативно впливає на сходи та і загалом на врожайність. Розвитку грибів сприяють недбале зберігання, вологість, температура та пошкодження від комах.

Інфекція викликає кількісні та якісні зміни в хімічному будові насіння. Основними прояви ураження включають у себе: зниження схожості, зміну забарвлення, присутність плісняви, появу неприємного запаху, зниження маси сухої речовини, злежування та вироблення мікотоксинів. Продукція, що

уражена грибами, виступає головним джерелом токсинів у харчовому ланцюзі як для людей, так і для тварин [15].

#### 1.4. Зовнішні симптоми проявлення хвороб сої

**Фузаріоз** проявляється у вигляді в'янення, некрозу сім'ядолей, кореневої гнилі, плямистості листя, загнивання стебел, бобів і насіння (рис. 1.7). Боби уражуються у кінці вегетації.



Рис. 1.7 Фузаріозна гниль на коренях сої [4]

На бобах виникають виразки та плями. На місці уражень стулки втрачають колір, у вологу погоду на них формується блідо-рожевий наліт грибниці. Зерно в уражених бобах зморшкувате, щупле, при збільшенні вологості, втрачає схожість, або ж дає уражені сходи [6].

Фузаріоз переважно проявляється у вигляді в'янення та кореневої гнилі, які протікають в один час. Симптоми на стадії сходів включають в себе: загнивання паростків, коренів та сім'ядолей. Типовою особливістю є приклеювання оболонки насіння до сім'ядолей, що не дає їм розкритись. Захворювання характеризується пожовтінням нижнього листя, що потім поширюється і на верхні яруси (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Симптоми фузаріозу на листі сої [23]

На корені, бобах й стеблі спостерігається темно-коричневе забарвлення, виразки різної глибини та тріщини (рис. 1.9). Рослини, що зазнали пригнічення частіше в'януть і легко висмикуються з ґрунту. Під період фази бутонізації і цвітіння з'являється в'янення верхівкової частини, скручування в окремих випадках опадання листя [4].



Рис. 1.9. Зріз стебла сої ураженого фузаріозною гниллю [44]

**Альтернاریоз.** Хворобу переважно можна виявити починаючи із середини вегетації сої. Масового поширення вона набуває у кінці. Вражуються усі надземні органи рослин. На листках в місцях ураження

з'являються овальні, коричневі плями різних розмірів (рис. 1.10). За умови високої вологості повітря, на їх поверхні з'являється оливково-чорний наліт, який являє собою спороношення.



Рис. 1.10. Альтернаріоз на листку сої [22]

На уражених рослинах виникають некротичні плями темно-бурого або ж коричневого кольору, що мають круглу чи овальну форму і з'являються переважно на верхній частині нижніх листків. Ураження мають чіткі краї, обмежуються головною жилкою або об'єднуються з сусідніми плямами, утворюючи великі ділянки ураженими патогеном. Певні плями відзначаються наявністю коричневих концентричних кілець із чіткою межею. Ураження плавно збільшуються в розмірі, сходяться між собою, що приводить до формування значних некротизованих зон на листку сої. У результаті розвитку хвороби, уражені листки засихають і опадають [13].



Рис. 1.11. Уражене насіння сої: а – фузаріоз; б – альтернаріоз [7]

Гриби роду *Mucor*, зокрема *M. mucedo*, формує швидкорослі колонії, ріст яких, відбувається одночасно із утворенням високих, прямих та нерозгалужених спорангіофорів, які не мають базальних ризоїдів. Спорангії – неапофізарні, з пігментованими зигоспорангіальними стінками, вкритими дрібними гранулами (рис. 1.12). Потовщення виникає на верхівці спорангієносця, що містить в собі спори. У незрілому стані вони мають білий або жовтуватий колір, з часом стають коричнево-сірими або ж темно-сірими.



Рис. 1.12 Спорангії гриба *Mucor mucedo* на насініні [6]

Колонії *Penicillium* радіально-борознисті, швидкоростучі з великими кондієносцями, що складаються із твердого базального сплетіння міцелію, та добре помітними тяжами гіфів. Міцелій має жовте, а зона спороношення – насичено зелене забарвлення. На протилежному боці колонії жовті, згодом

набувають густо-червоного забарвлення (рис. 1.13). За запахом гриби роду *Penicillium* походять на водорості [40, 6].

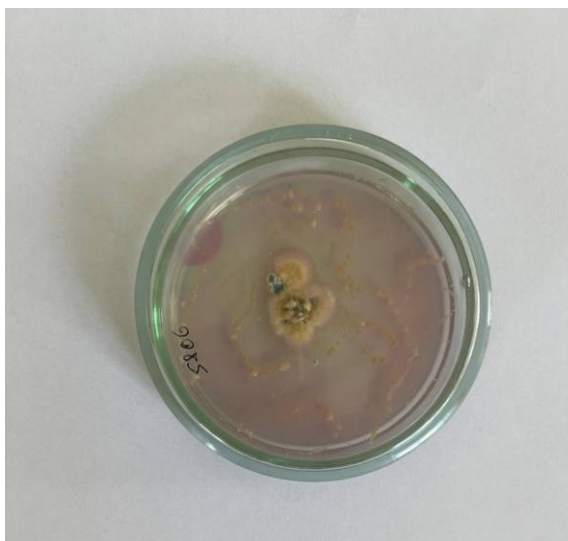


Рис. 1.13 Колонії гриба роду *Penicillium* (фото автора)

## 1.5. Біологічні та екологічні особливості збудників хвороби

Таблиця 1.1

### Видовий склад збудників хвороб насіння сої

Збудник	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Penicillium expansum</i>	<i>Mucor mucedo</i>
Царство	Fungi	Fungi	Fungi	Fungi
Відділ	Ascomycota	Ascomycota	Ascomycota	Zygomycota
Клас	Sordariomycetes	Dothideomycetes	Eurotiomycetes	Zygomycetes
Порядок	Hypocreales	Pleosporales	Eurotiales	Mucorales
Родина	Nectriaceae	Pleosporaceae	Trichocomaceae	Mucoraceae
Рід	Fusarium	Alternaria	Penicillium	Mucor
Вид	Fusarium oxysporum	Alternaria alternata	Penicillium expansum	Mucor mucedo

*Альтернаріоз* локалізується на змертвілих рослинних рештках і здатен паразитувати на багатьох видах рослин із багатьох ботанічних родин [4].

Захворювання спричинює гриб *Alternaria alternata* (Fries) Keissl(табл.1.1). Його конідієносці прості або галузисті, колінчасті, септовані, довжиною до 50 мкм. Розташовуються поодинокі або скупчуються. Конідії з'являються у вигляді ланцюжків. Вони оливкові або чорнувато-бурі, обернено-булавовидні, з 3-6 поперечними і однією або декількома поздовжніми перетинками. Ланцюжки легко розпадаються на окремі конідії розміром 30-50 x 14-18 мкм (рис. 1.14). За допомогою яких патоген розповсюджується під час вегетації рослин.

Повітряні конідії потрапляють на рослину інфікуючи її та виробляє специфічні для певного виду господаря токсини, які сприяють колонізації тканин і прояву хворобливих симптом. Для *Alternaria alternata* оптимальними умовами розвитку є температура 35 °С та кислотність ґрунту на рівні рН 6,5. Конідієносці переносяться краплями води та повітряними потоками або осідають в сприятливому середовищі наприклад на поверхні листків, плодів

чи насіння. При умові наявності достатньої вологості та правильного місця потрапляння спори можуть проростати при температурі 31–32°C [24].

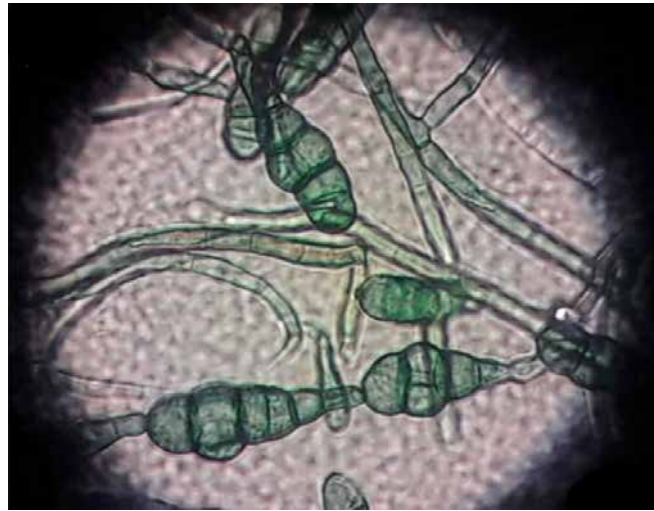


Рис. 1.14. Мікроскопічний вигляд *Alternaria alternata* [20]

Гриби роду *Fusarium* уражують рослини з понад 160 родів різних родин, серед яких є зернові, зернобобові, технічні, овочеві, квітково-декоративні культури. Збудниками фузаріозної кореневої гнилі є гриби роду *Fusarium* Link. Найчастіше домінують *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans., *F. moniliforme* Sheld., *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. sporotrichiella* nom. nov. Bilai. Вони формують серпоподібні, веретено-серповидні з різним характером і ступенем зігнутості макроконідій. Видовою ознакою фузаріозних грибів є чисельне або незначне формування циліндричних, еліпсоподібних одно-, двоклітинних мікроконідій [4].

Морфологічні структури найбільш розповсюдженого збудника фузаріозного вянення *Fusarium oxysporum* являє собою макро- та мікроконідії, хламідоспори (рис. 1.15). В спородохіях утворюються макроконідії, які у більшості ізолятів мають бліде або червоне забарвлення. Спородохії можуть бути рясними, але в деяких ізолятах трапляються дуже рідко. Загальна форма макроконідій коливається від коротких до середніх розмірів, вони можуть бути прямими або злегка вигнутими, тонкими і тонкостінними.

Хламідоспори розташовуються поодинокі або парами, іноді в групах або коротких ланцюжках, і можуть бути кінцевими або інтеркалярними у повітряних, занурених або поверхневих гіфах. Мають гладку або шорстку стінку. Патогени, що спричиняють фузаріозну кореневу гниль, можуть розвиватися при широкому температурному діапазоні – від 5 до 35 °С. Найбільш сприятливі умови для розвитку хвороби створює мала вологість ґрунту [31].

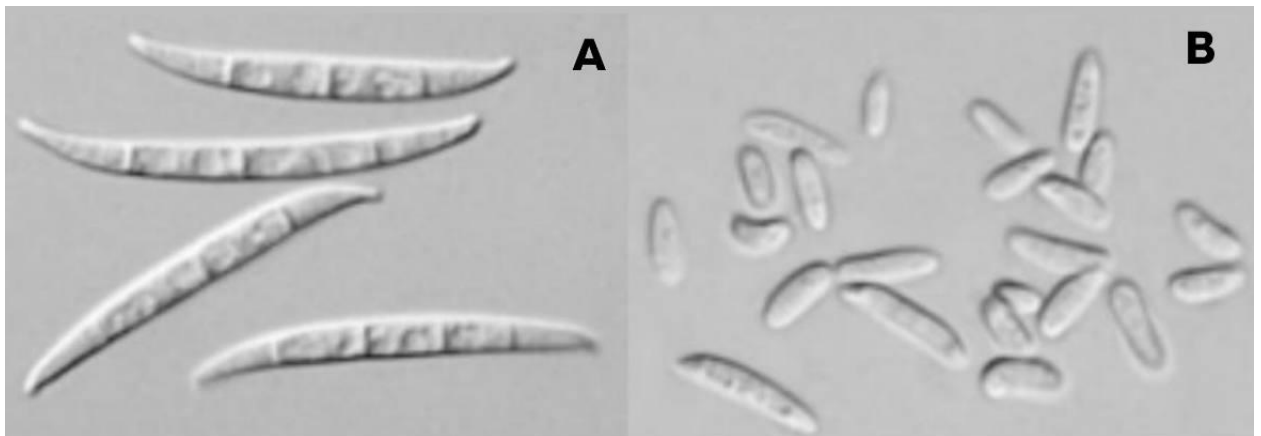


Рис. 1.15. Конідії *Fusarium oxysporum*: а – макро-; б – мікро-; [31]

Рід *Penicillium*, гриби якого причинюють пліснявіння насіння багатьох сільськогосподарських культур. Конідієносці відходять від субстрату, зазвичай поодинокі, розміром 200- 400 x 3-3,5 мкм, іноді менше, шороховаті, іноді більш-менш гладкі, з однією або великою кількістю гілочок, розміром 15-30 x 2,5-2,8 мкм, що несуть по мутовці з 3-4 метул – 10-5 x 2,5-3,5 мкм. Стеригми 7-10 x 2,2-2,8 мкм, по 4-8 в пучку, з усіченою верхівкою. Конідії більш дещо кулясті, розміром 3,5-4 мкм в діаметрі, або еліптичні – 3,3-4 x 2,5-3 мкм (рис. 1.16) [6].

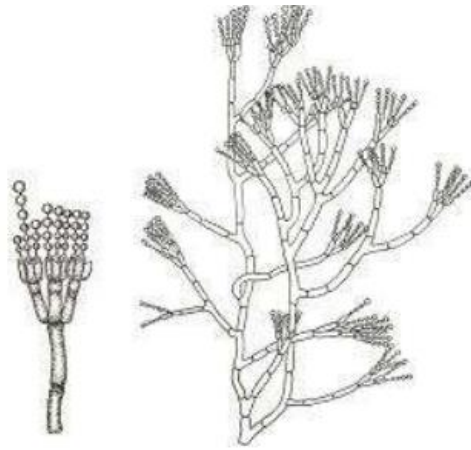


Рис. 1.16. Органи спороношення гриба *Penicillium expansum* [6]

Колонії роду *Mucor* дуже швидко ростуть, від ватоподібних до пухнастих, від білих до жовтих, з розвитком спорангіїв стають темно-сірими. Спорангіофори прямостоячі, прості або розгалужені, утворюють великі (60-300 мкм в діаметрі), кінцеві, від глобулярних до кулястих, багатоспорові спорангії, без апофізів і з добре розвиненими підпорядкованими колумелами (рис. 1.17). Після розсіювання спорангіоспор біля основи колумели зазвичай видно помітний колларетт (залишки спорангіальної стінки). Спорангіоспори гіалінові, сірі або коричневі, від кулястої до еліпсоїдної форми, з гладкими стінками або дрібно орнаментовані. Можуть також бути присутніми хламідоспори та зигоспори [35].

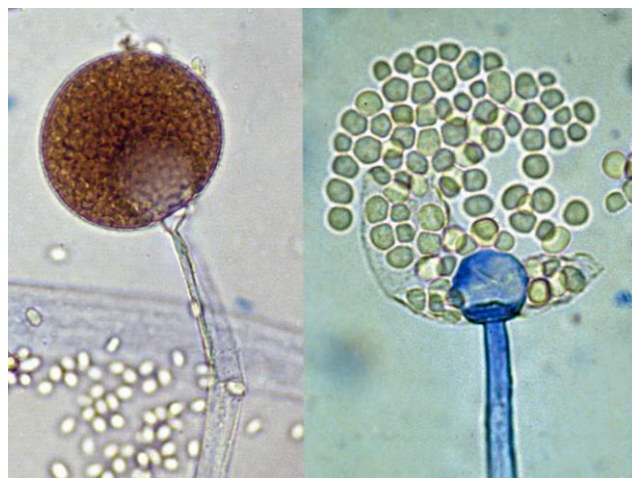


Рис. 1.16. Спорангії *Mucor* spp. [35]

## 1.6. Стан вивчення заходів контролю хвороб насіння сої

При посіві сої слід використовувати кондиційне насіння, яке пройшло фітопатологічну оцінку, оброблене дозволеним протруйником та яке відповідає вимогам ДСТУ. Рідко насіння обробляють біопрепаратами, які допомагають фіксації атмосферного азоту. Внесення добрив здійснюється з урахуванням агрохімічного аналізу наявного ґрунту (рис 1.17).

Термін висіву сої проходить у зазначені строки. Температуру ґрунту на глибині загорання повинна становити не менше 10 °С, оскільки висів у холодний ґрунт може призвести до ураження пліснявими грибами, що зрештою може призвести до зниження густоти сходів. Протягом всього вегетаційного періоду важливо застосовувати заходи з контролю бур'янів, що можуть виступати резервуарами інфекцій; вживати заходи з контролю шкідників (можливими переносниками фітопатогенних вірусів) [19].

Якщо казати про патогени, то їхній видовий склад кожного року відрізняється, в залежності від технології вирощування, кліматичних умов, сорту сої та ін. Наприклад, плямистості листя спостерігаються майже щороку, але у вологі сезони також активно розвиваються біла (*Sclerotinia sclerotiorum*) та сірі гнилі (*Botrytis cinerea*), саме тому потрібно систематично проводити моніторинг рослин та в залежності від розвитку хвороб проводити захисні заходи [18, 19].

Десикація має особливе значення, оскільки дозволяє прискорити збір врожаю (особливо при несприятливих умовах) та зупинити подальше ураження рослин. Одразу після збирання врожаю важливо якісно та вчасно обробити ґрунт для знищення рослинних залишків, на яких перебуває збудник. Підвищену вагу слід приділяти насінневим посівам. Збирання врожаю має проводитися в оптимальні строки, оскільки його затримка (особливо у період високої вологості) часто призводить до тотального ураження насіння грибними хворобами [19].

Насіння необхідно очистити після збирання, відкалібрувати та довести до стандартної вологості (12 – 14 %), адже вологе насіння створює сприятливі умови для розвитку грибних хвороб [4].



Рис. 1.17. Внесення фунгіциду на сої (фото автора)

*Агротехнічні заходи.* Наукові дослідження стверджують, що найвищі показники врожайності досягаються за умови менш інтенсивного обробітку ґрунту, коли значна частина його поверхні вкрита рослинними залишками – це відрізняється від обробітку із застосуванням чизельного чи відвального плуга в комбінації з дисковими агрегатами, за якого ґрунт піддається інтенсивнішому впливу, що в результаті призводить до зменшення кількості рослинних залишків [18].

Також важливо взяти до уваги, що у короткостроковій перспективі досить важливо уникати поєднання нульового та традиційного обробітку ґрунту. Щорічне чергування між двома підходами нівелює переваги кожною з систем обробітку. У багатьох наукових дослідженнях виявлено, що система обробітку ґрунту не має сильного впливу на врожайність сої. Щоб досягнути максимальної продуктивності, незалежно від обраної системи обробітку,

варто використовувати сорти, які найкраще пристосовані до конкретних умов [19].

Також, допомагає мінімізувати ризики ураження посівів та сприяти отриманню стабільного та великого врожаю вибір правильної стратегії, одним з яких є традиційна оранка, яка складається з обробітку ґрунту на глибину 25 – 27 см після збирання попередника. Навесні проводить боронування з метою збереження вологи. Культивуація проводиться за умов прогрівання ґрунту до температури мінімум +14 °С та виконується культивуація на глибину посіву для створення оптимального сім'яного ложа. Приблизно в той же час проводиться сівба на глибину 6 см з міжряддям 12,5 см та нормоб висіву приблизно 600 тисяч насінин/гектар. Збирання врожаю після завершення вегетації відбувається прямим комбайнуванням на висоті 4 – 5 см з швидкістю 8 км/год. Глибоке рихлення включає в себе комплекс таких заходів як дискування, глибоке розпушування, сівба та збирання врожаю [18, 19].

На відміну від інших технологій, даний метод допомагає структурі ґрунту, його можливості накопичувати вологу, покращити аерацію та зменшити ризи ущільнення. Посів здійснюється у ті ж самі строки, що й за традиційної оранки (на глибину 4 – см з міжряддям 12,5 см) та з нормою висіву 500 тисяч насінин/гектар [19].

Збирання врожаю проводилося за допомогою прямого комбайнування на висоті 5 см. Щодо *No-till*, прямий посів передбачає висів насіння в ґрунт без попереднього його обробітку. Перший етап характеризується безпосереднім висіванням на глибину 6 см, температура ґрунту передбачається 15 °С, а норма висіву 550 тисяч насінин/гектар. З економічної точки зору, даний метод є високоефективним, оскільки потребує лише 2 – 3 підходи. Врожаю збирають на висоті 4 см при швидкості руху техніки 9 км/год [19].

*Хімічні заходи.* Включають в себе застосування наступних препаратів (табл. 1.2), а для ефективного захисту насіння застосовують протруйники, оскільки вони надають рослині захист в перші етапи свого розвитку (табл. 1.3):

Таблиця 1.2

**Фунгіциди для захисту сої [9]**

Діюча речовина	Назва препарату	Норма витрати л/га
Флуопірам, 125 г/л та + протіоконазол, 125 г/л	Пропульс	0,5
Епоксиконазол 187 г/л, Тіофанат-метил 310 г/л	Рекс дуо	0,5
Пікоксістробін – 200 г/л, + ципроконазол – 80 г/л	Аканто плюс	0,5 - 1,0
Епоксиконазол, Піраклостробін	Абакус	1,0–1,5
Флутріафол 117,5 г/л – Карбендазим 250 г/л	Імпакт К	0,8

Таблиця 1.3

**Протруйники насіння сої [9]**

Назва препарату	Діюча речовина та її вміст	Норма витрати	Шкідливі об'єкти проти яких використовується
Металакс	металаксил-м, 350 г/л	2,0-2,5 л/т	Аскохітоз, антракноз, фузаріозна гниль, пліснявіння насіння, пероноспороз
Орнамент	флудіоксоніл, 25 г/л	1 л/т	Альтернаріоз, фузаріоз, аскохітоз, пліснявіння насіння, пероноспороз
Авідо Альфа Смарт	тіофанат-метил, 435 г/л + крзоксим-метил, 50 г/л + цимоксаніл, 15 г/л	0,5-1,0 л/т	Пліснявіння насіння, антракноз, пероноспороз, біла гниль, аскохітоз

*Біологічний захист.* Інтенсивне використання хімічних препаратів для захисту рослин у сільському господарстві призводить до послаблення екологічної ситуації в агроценозах, що порошує природний баланс – саме це підкреслює важливість розвитку напряму біологізації системи захисту [7,10].

Багато країн світу проводять наукові дослідження, які спрямовані на вивчення ефективності використання мікроорганізмів – антагоністів для боротьби з хворобами сої [7].

Зокрема, антагоністична дія бактерій *Rhizobium japonicum* проти ґрунтових патогенів *Fusarium solani*, які викликають кореневі гнилі [10].

Лабораторні дослідження (*in vitro*) продемонстрували, що фільтрат культури *R. Japonicum* пригнічує радіальний ріст фітопатогенів. В польових умовах, за внесення патогенів *F. solani* і *M. Phaseolina* у ґрунт, було помітно покращення схожості насіння (%), обробленого культурою *Rhizobium*, і зменшення прояву хвороби. Результати свідчать, що *R. japonicum* відіграє важливу роль у біоконтролі вищезгаданих хвороб [10].

В умовах України було проведено дослідження щодо ефективності застосування біопрепаратів на посівах сої. У ході експерименту було виявлено, що найбільший вплив на розвиток інфекцій мають комбінації таких препаратів як триходермін (2 л/т) у поєднанні з гаубсином (1,5 л/т), а також фітодоктор (1,0 л/т) у поєднанні з триходерміном (2 л/т). Також, було отримано позитивну дію передпосівної інокуляції насіння препаратом «Ризогумін», використання мікродобрива «Реаком» та стимулятора росту «Біосил» у різних комбінаціях їхнього застосування. Було підтверджено, що ефективність використання розчинів мікродобрива та «Біосил» у період вегетації на бактеризованих рослинах позитивно вплинуло на функціональність бобово–ризобіального симбіозу, а також сприяло збільшенню врожаю сої [7].

Ці результати свідчать про те, що важливо і надалі досліджувати вплив поєднань біологічних комплексів разом із препаратами, які мають стимулюючі властивості, з метою оцінки їхньої ефективності в підвищенні урожайності культур та зниженні рівня ураження рослин [7].

## РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Кліматичні умови місця проведення досліджень

Дослідження проводили в умовах підприємства ТОВ «Волочиськ-агро», Хмельницької області, Волочиського району.

Територія Хмельницької області має помірно-континентальний клімат з теплим літом (середня температура липня  $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), м'якою зимою (середня температура січня  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) і достатньою кількістю опадів (70 % з яких припадає на теплий період і становить 500 – 640 мм на рік). Температурний режим області формується, головним чином, під дією сонячної радіації [3].

Таблиця 2.1

#### Кліматичні умови Хмельниччини (травень – вересень 2024 року) [8]

Місяць	Середньо місячна температ ура ( $^{\circ}\text{C}$ )	Відхиленн я від норми ( $^{\circ}\text{C}$ )	Кліматич на норма ( $^{\circ}\text{C}$ )	Опади (мм)	Норма опадів (мм)	Оцінка за опадами
Травень	16,0	+1,0	15,0	50-70	60	У межах норми
Червень	17,8	+1,8	16,0	91	70	Трохи вище норми
Липень	22,0	+2,5	19,5	93	75	Вище норми
Серпень	21,2	+2,2	19,0	27-49	60	Дефіцит опадів
Вересень	18,0	+3,5	14,5	19	55	Відчутни й дефіцит опадів

## 2.2. Методика проведення досліджень

Лабораторні дослідження були проведені в умовах проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. В.Ф. Пересипкіна.

Метою досліду було вивчення мікофлори насіння, визначення фітопатологічного стану насіннєвого матеріалу та визначення енергії проростання та схожості під впливом збудників хвороб. У дослідженні використовувалося насіння сої, яке проходило поверхневу дезінфекцію самі експерименти здійснювалися в лабораторних умовах (рис. 2.1). Основною перевагою роботи в контрольованому середовищі є отримання чітких і достовірних результатів, на які не впливають зовнішні природні чинники. З метою забезпечення порівняння результатів, всі етапи досліду проводилися відповідно до уніфікованих методик та затверджених протоколів.



Рис. 2.1 Підготовка сортів сої до пророщування (фото автора)

У ході експерименту було забезпечено суворий контроль температурного режиму, рівня вологості, а також освітлення. Проведення фітопатологічної експертизи виконувалось з застосуванням біологічного методу. Ідентифікацію збудників проводили за морфологічними ознаками.

Мікроскопіювання проводили з використанням світлого мікроскопу.

У досліді були використанні ростильні, в яких був розміщений фільтрувальний папір, який використовувався для збереження вологи (рис. 2.2). На одну ростильню виділялося по 50 насінин. Половина насінневого матеріалу була стерилізована розчином хлороксидіном протягом 2 хвилин, інша ж інкубована без попередньої обробки. Поверхнева дезінфекція проводилася з метою знищення інфекції на поверхневій частині насінин, за для визначення збудників в середині насінин.

У ростильні було розміщено 25 насінин з поверхневою дезінфекцією та таку ж кількість насіння без обробки. Після чого при необхідності вони зволожувались, та розміщувались у термостат, який постійно тримав оптимальну температуру для схожості насіння, а саме 23°C.



Рис. 2.2 Пророщування насіння сої (фото автора)

Для визначення відсотку ураженості грибів на насінні сої в лабораторних умовах використовувалась формула частоти трапляння збудника:

$$F = \frac{n}{N} \cdot 100\%,$$

де F – частота трапляння збудника , %;

n – кількість хворих рослин (окремих органів) у пробі;

N – загальна кількість облікових рослин (окремих органів).

Статистичний аналіз отриманих результатів здійснювали за загально прийнятими методиками [5].

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Ознаки хвороб насіння сої

У польових умовах було відібрано насіння сої із підприємства ТОВ «Волочиськ-агро». Сорти відбиралися випадковим чином.

Під час проведення лабораторних досліджень у проблемній науково-дослідній лабораторії “Мікології та фітопатології” було встановлено видовий склад збудників хвороб насіння сої, якими були: *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* та *Alternaria spp.*

Гриби роду *Penicillium* характеризувались швидким темпом росту. Пліснява мала бархатисту текстуру, була помітна поява на поверхні насіння блакитно-зеленого нальоту (рис. 3.1), що є результатом спороношення. Інколи траплялось насіння з деформацією або тріщинами.

Зараження грибом *Alternaria spp.* проходить з верхівки боба, поступово охоплюючи всю насінину утворюючи наліт. Поверхня насіння була вкрита темним, бархатистим шаром спороношення, насіння ж у свою чергу було достатньо сухими та трішки вдавненими. Боби мали зморшкувату поверхню (рис. 3.3).

На насінні ураженому *Fusarium spp.*, виникали плями і виразки. У місцях уражень стулки бобів майже повністю знебарвлювалися, було помітно утворення блідо-рожевого нальоту грибниці збудника (рис. 3.4). Насіння набуло щуплої та зморшкуватої структури, що знижувало схожість. Повітряна грибниця – від світло-кремового до коричневого кольору, строма – кремово-коричнева.

Колонії *Mucor spp.* у лабораторних умовах розвивались швидко. Було помітно утворення пухнастого міцелію, який набув ватної структури (рис. 3.2). Колонії досягали висоти кілька сантиметрів, мали світло-сірий колір, з майбутніми спостереженнями потемнів та став більш бурий.



Рис. 3.1. Прояв *Penicillium spp.*  
(фото автора)



Рис. 3.2. Колонія *Mucor spp.*  
(фото автора)



Рис. 3.3. Ознаки прояву  
*Alternaria spp.* (фото автора)



Рис. 3.4. Ознаки прояву  
*Fusarium spp.* (фото автора)

### 3.2. Морфологічні особливості збудників хвороб насіння сої

Конідії *Alternaria spp.* зазвичай прості, інколи слабо розгалужені, подекуди злегка колінчасті та мають темно-буре або темно-оливкове забарвлення, форма обернено-булавовидна, схожа на еліпс (рис. 3.5.). Конідії септовані у довжину до 58 мкм. Розміщуються зазвичай поодинокі, інколи трапляється групами на гіфах. Поверхня конідій не рівна, шорстка.

Макроконідії збудника *Fusarium spp.* можна охарактеризувати, як серпоподібні, спостерігались різні за ступенем зігнутості, траплялись майже прямі, тонкостінні, з загостреним верхівковим базальним кільцем, розміром та формою. Мікроконідії у свою чергу циліндричні, еліпсоподібні переважно з однією перегородкою.

Гриби роду *Mucor* мають характерні морфологічні ознаки, що легко розпізнаються. Спорангієносці – прямостоячі, прості а інколи слабо розгалужені структури, які не мають апофізів, на верхівці спорангієносців формуються кулясті, інколи злегка приплюснуті спорангії. У яких утворюється безліч одноклітинних спор, що згодом вивільняються.

Конідієносці грибів роду *Penicillium* гладкі або дрібношорохуваті. Гілочки притиснуті до головної осі. Конідії сферичні, інколи еліпсовидні, із гладкою або злегка шорсткою поверхнею, які мають синьо-зелений, або зелений колір (рис. 3.6).



Рис. 3.5 *Alternaria* spp. Конідії  
(фото автора)



Рис. 3.6 Конідії *Penicillium*  
spp. (фото автора)

### 3.3. Аналіз мікофлори насіння сортів сої

У якості об'єктів вивчення, використовувалось насіння сортів Амбелла, Кофу, Ментор, Адельфія, Аббі, Композитор та Візитор. Фітопатологічну експертизу проводили із застосуванням біологічного методу.

У результаті проведених досліджень засвідчили, що дезінфекція мала позитивний вплив на посівні якості насіння. Енергія проростання, у варіанті з поверхневою дезінфекцією, коливалась від 44 до 95 %. Найвищі значення були зафіксовані у сорту Адельфія (96 %). Найменшу ж енергію проростання показав сорт Візитор – лише 44 %. Без поверхневої обробки енергія проростання варіювалась від 40 до 92 %. Найвищі показники мав сорт Адельфія (92 %), натомість Візитор мав найменші показники (рис. 3.7.).

Лабораторна схожість насіння, з поверхневою обробкою, становила від 72 до 100 %. Найвищі показники схожості мали сорти Амбелла, Ментор та

Аббі – 100 %, найменший відсоток схожості, знову показав сорт Візитор (рис. 3.8.). У варіанті без поверхневої дезінфекції, лабораторна схожість коливалась від 40 до 96 %. Найвищі значення були зафіксовані у сортів Амбелла та Адельфія (96 %). Найнищі показники, у котре, показав сорт Візитор – лише 40 %.

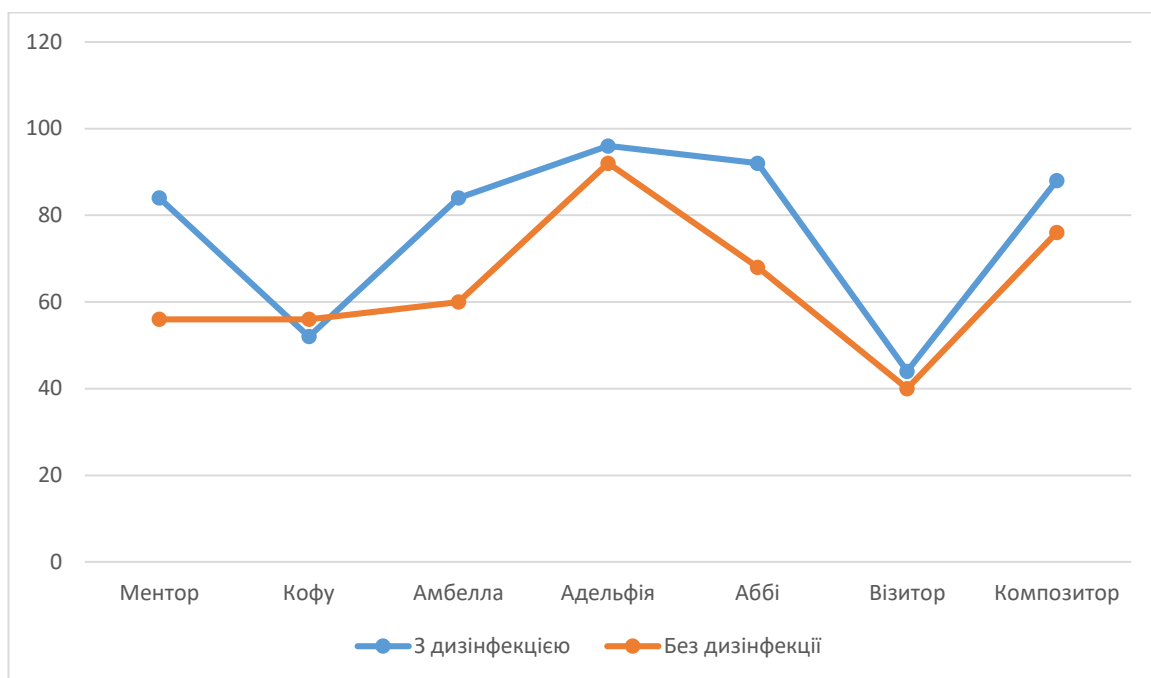


Рис. 3.7. Енергія проростання насіння сої, %

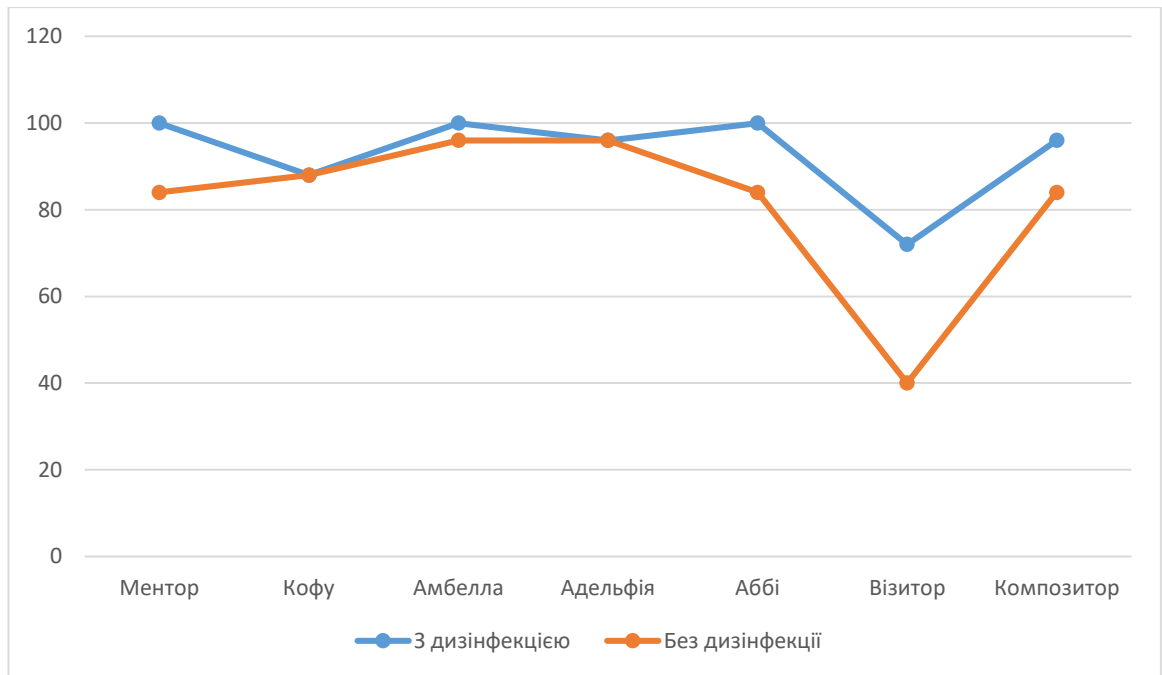


Рис. 3.8. Лабораторна схожість насіння різних сортів сої, %

При подальшому аналізі, мікрофлора насіння представлена видами мікроміцетів *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* та *Alternaria spp.*.

Найвищий рівень ураження грибами *Alternaria spp.* виявлено у насіння сорту Візитор – 16,5 %, найменший – у сорту Адельфія (2,5 %). Ураження іншими мікроміцетами у більшості зразків було незначним, сорти Адельфія, Аббі та Ментор зовсім не мали ураження грибами *Fusarium spp.* та *Penicillium spp.*. Ураження *Mucor spp.* спостерігалось в межах 0-2,7 % (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

### Частота трапляння збудників на вибраних сортах сої

Сорт	Уражено грибами, %			
	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>
Амбелла	0	0,5	0	4,5
Кофу	1,5	2,1	0,5	7,8
Ментор	0	0,5	0	3,7
Адельфія	0	0	0	2,5
Аббі	0	0	0	3,0
Візитор	1,7	2,7	1,5	16,5
Композитор	0	1,2	1,0	6,8
НІР <sub>05</sub>	1,35	1,82	1,05	8,41

Результати досліджень засвідчили, що поверхнєве інфікування насіння грибами *Alternaria* spp. та *Mucor* spp. на сортах Візітор, Кофу та Композитор, могло вплинути на зниження лабораторної схожості та енергії проростання. В той же час сорти з меншим рівнем ураження, такі як Адельфія, Аббі та Ментор, демонстрували найкращі показники якості насіннєвого матеріалу.

## ВИСНОВКИ

1. У ході обстежень було досліджено проявлення хвороб на насінні сої, що супроводжувалось утворенням некротичних ділянок, пухнастого міцелію, формування колоній, різних типів нальоту, тріщин та деформацій.

2. Досліджено фітопатологічний стан сортів Амбелла, Кофу, Ментор, Адельфія, Аббі, Візитор, Візитор, Композитор та оцінено вплив інфекційних чинників на проростання насіння. Визначено вплив збудників хвороб якими були: *Fusarium spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* та *Alternaria spp.*, на схожість насіння.

3. У результатами проведеного дослідження, енергія проростання насіння коливалася від 44 до 92 %. Найвищі значення були зафіксовані у сортів Адельфія та Аббі (92 %). Найменшу енергію проростання показав сорт Візитор – лише 44 %. Лабораторна схожість насіння різних сортів сої варіювалася від 72 до 100 %.

4. Результати досліджень вказують, що поверхнєве інфікування насіння грибами *Alternaria spp.* та *Mucor spp.* на сортах Візитор, Кофу та Композитор, могло вплинути на зниження енергії проростання та лабораторної схожості. Водночас сорти з мінімальним рівнем ураження, такі як Адельфія, Аббі та Ментор, демонстрували найкращі показники якості насінневого матеріалу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ринку сої і продуктів переробки, 2023 рік [Електронний ресурс]. Pro-Consulting, 2023. Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-soi-i-produktov-pererabotki-2023-god>. (дата звернення 05.03.2025 р.)
2. Белвет. Шрот соєвий: корисні властивості, застосування і зберігання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://belvet.ua/ua/shrot-soevuu/> (дата звернення: 18.05.2025).
3. Екологічний паспорт Хмельницької області [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/Екологічний-паспорт-Хмельницької-області-2019-рік.pdf> (дата звернення: 07.05.2025).
4. Кирик М.М., Піковський М.Й., Кошевський І.І., Таранухо Ю.М., Голосний П.Г., Лич С.В. Хвороби сої: рекомендації щодо діагностики та заходів захисту. – Київ: Дельта Дизайн, 2014. 24 с.
5. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Гентош Д.Т. Основи наукових досліджень у захисті рослин. – Київ: Agrab Media Group, 2013. 263 с.
6. Піковський М.Й., Кирик М.М., Конуп Л.О. Патологія насіння сільськогосподарських культур: підручник. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. – 343 с.
7. Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Вплив бактерій *Pseudomonas fluorescens* і речовин стимулюючої природи на продуктивність рослини сої та ураження насіння патогенами. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Т. 12, № 4. С. 28–36.
8. Український гідрометеорологічний центр, ДСНС України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.meteo.gov.ua/> (дата звернення: 07.05.2025).

9. Хвороби вегетативної маси сої та засоби їх контролю [Електронний ресурс]. *Syngenta Україна*. Режим доступу: <https://www.syngenta.ua/>... (дата звернення: 21.05.2025).
10. Alani R., Adhab M., Mahdi H., Abood H. Rhizobium japonicum as a biocontrol agent of soybean root rot disease caused by *Fusarium solani* and *Macrophomina phaseolina*. *Plant Protection Science*. 2012. Vol. 48, No. 4. P. 149–155.
11. Bilai V.I. *The Fusarium* (Biology and Systematics). Kiev (Ukraine, USSR): Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. 1955. P. 319.
12. Booth C. The Genus *Fusarium*. Kew, United Kingdom: Commonwealth Mycological Institute, 1971. P. 237.
13. Borah M., Deb B. Fungi causing leaf spot diseases of soybean: their epidemiology and integrated management strategies. *International Journal of Environment and Pollution*. 2021. Vol. 9, No. 1. P. 7.
14. Brown A.H.D., Grant J.E., Rullen R. Outcrossing and paternity in *Glycine argyrea* by paired fruit analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*. 1986. Vol. 29. P. 283–294.
15. Bryden W.L. Mycotoxins in the food chain: human health implications. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2007. Vol. 16. P. 95 – 101.
16. Bunchasak C. Role of dietary methionine in poultry production. *The Journal of Poultry Science*. 2009. Vol. 46, No. 3. P. 169 – 179.
17. Burton J.W. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Field Crops Research*. 1997. Vol. 53. P. 171–186.
18. Chaika T.O., Liashenko V.V., Khomenko B.S. The impact of seed inoculation on soybean yield under organic cultivation technology. *Taurian Scientific Herald*. 2023. No. 133. P. 180–187.
19. Chaika T., Lohvynenko V., Pshenyshnyi A. The impact of soil tillage systems on soybean yield capacity. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Vol. 26, No. 4. P. 54–59.

20. Colosi I., Crişan M., Toc D.-A., Colosi H., Georgiu C., Sabou M., Costache C. First reported case of a clinically nonresponsive-to-itraconazole *Alternaria alternata* isolated from a skin infection of a nonimmunocompromised patient from Romania. *Journal of Fungi*. 2023. Vol. 9. P. 46-54.
21. Dang J.L., Gleason M.L., Li L.N., Wang C., Niu C.K., Zhang R., Sun G.Y. *Alternaria malicola* sp. nov., a new pathogen causing fruit spot on apple in China. *Journal of Plant Diseases*. 2018. Vol. 102. P. 1273–1282.
22. Fagodiya R.K., Trivedi A., Fagodia B.L. Impact of weather parameters on *Alternaria* leaf spot of soybean incited by *Alternaria alternata*. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. Article No. 6131. P.9
23. Garcia Rodriguez R., Thiessen L. Fusarium wilt of soybean. – NC State Extension Publications, 2020. URL: <https://content.ces.ncsu.edu/fusarium-wilt-of-soybean>.
24. Gawai D.U., Mangalika S.S. Effect of temperature and pH on growth of *Alternaria alternata*, leaf spot pathogen of soybean. *Bioscience Discovery*. 2018. Vol. 9, No. 1. P. 162–165.
25. Gidalishova Ch.G., Usaeva Ya., Turlova F. Biological features of fungi of the genus *Mucor*. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 63. P. 7.
26. Gordon T.R. *Fusarium oxysporum* and the Fusarium wilt syndrome. *Annual Review of Phytopathology*. 2017. Vol. 55. P. 23–39.
27. Gordon W.L. The occurrence of *Fusarium* species in Canada: II. Prevalence and taxonomy of *Fusarium* species in cereal seed. *Canadian Journal of Botany*. 1952. Vol. 30. P. 125–130.
28. Hartman G.L., Rupe J.C., Sikora E.J., Domier L.L., Davis J.A., Steffey K.L. *Compendium of Soybean Diseases and Pests*. 5th ed. St. Paul, MN, USA: The American Phytopathological Society, 2015. P. 204 .
29. Khodanitska O.O., Pohorila L.H., Shevchuk O.A., Tkachuk O.O., Rudyk O.B. The impact of seed inoculation on soybean yield under organic cultivation technology. *Feeds and Feed Production*. 2024. Vol. 97. P. 77 – 84.

30. Lawrence D., Rotondo F., Gannibal P. Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. *Mycological Progress*. 2016. Vol. 15. P. 1 – 22.
31. Leslie J.F., Summerell B.A. *The Fusarium Laboratory Manual*. Ames, IA, USA: Blackwell Publishing, 2006. P. 388.
32. Managing nutrient and pathogens from animal agriculture. – Ithaca (NY): Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, 2000. P. 122.
33. McNiven M.A., Duynisveld J., Charmley E., Mitchell A. Processing of soybean affects meat fatty acid composition and lipid peroxidation in beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 2004. Vol. 116, No. 3. P. 175 – 184.
34. Messina M. Soy foods, isoflavones, and the health of postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2014. Vol. 100, No. 1. P. 423–430.
35. Мусор [Электронный ресурс]. – Mycology Online. The University of Adelaide. Режим доступа: <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/zygomycota-pin-moulds/mucor> (дата обращения: 21.05.2025).
36. Palmer R.G., Gai J., Sun H., Burton J.W. Production and evaluation of hybrid soybean. *Plant Breeding Reviews*. 2001. Vol. 21. P. 263 – 307.
37. Pikovskiy M., Solomiichuk M. Identification of mycobiota and diagnosis of soybean seed diseases. *Plant and Soil Science*. 2022. Vol. 13, No. 1. P. 44 – 50.
38. Pratap A., Gupta S.K., Kumar J., Solanki R.K. Soybean. *Technological Innovations in Major World Oil Crops*. 2012. Vol. 1. P. 293 – 321.
39. Reinking O.A. *Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung*. Berlin: Verlag Paul Parey, 1935. P. 355.
40. Shakhovnina O., Nadkernychna O., Horbatok A. The influence of *Penicillium* fungi isolated from soybean roots on the symbiotic system “*Glycine max* *Bradyrhizobium japonicum*” and crop productivity. *Agricultural Microbiology*. 2023. Vol. 38. P. 16 – 28.
41. Shango A.J., N’Danikou S., Ramadhani S., Sumaye S., Nickas J., Daud M.L. Prevalence of seed-borne fungi on soybean (*Glycine max* L. Merr.) seeds stored

under medium-term cold room facilities: implications for genebanks. *Seeds*. 2024. Vol. 3, No. 4. P. 589 – 607.

42. Shea Z., Singer W., Zhang B. Soybean production, versatility, and improvement. *IntechOpen*. 2020. Vol. 3. P. 182.

43. Snyder W.C., Hansen H.N. The species concept in *Fusarium* with reference to *Discolor* and other sections. *American Journal of Botany*. 1945. Vol. 32. P. 657 – 666.

44. Soybean Diseases [Электронный ресурс]. – Iowa Soybean Association, College of Agriculture and Life Sciences, Iowa State University. – CSI 0004. November 2010. Режим доступа: <https://www.extension.iastate.edu/store> (дата звернення: 04.04.2025).

45. Wang B., Gao Y., Yu X., Yuan X., Feng X. From species to cultivar: Soybean cultivar recognition using multiscale sliding chord matching of leaf images. *Ar Xiv preprint*. 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1901.02571>.

46. Zhao T., Cai C. Genetic diversity and ecological differentiation of Chinese annual wild soybean (*Glycine soja*). *The Crop Journal*. 2008. Vol. 16, No. 2. P. 133 – 142.