

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.01-МКР. 2176 «С».2023.11.27.039 ПЗ

СЕРДЮКОВА МАРІЯ МИКОЛАЇВНА

2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

УДК 632.4:632.93:633.11”324”

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

захисту рослин, біотехнологій та
екології

_____ Коломієць Ю.В.

«__» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Фітопатології ім. акад. В.Ф.
Пересипкіна

_____ Гентош Д.Т.

«__» _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Фузаріозне в'янення сої та заходи щодо обмеження його поширення та розвитку»

Спеціальність

202 Захист і карантин рослин

Освітня програма

Захист рослин

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

_____ д.с.-г.н., професор Доля М.М.

Керівник магістерської роботи

_____ к.б.н., доцент Башта О.В.

Виконала

_____ (підпис)

Сердюкова М.М.
(ПІБ студента)

КИЇВ-2024

4.4. Ознайомитися з особливостями охорони праці при роботі з пестицидами.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 11 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної магістерської роботи	Строк виконання етапів робіт	Примітка
1	Вибір та затвердження теми	Вересень 2023	виконано
2	Ознайомлення з літературою по темі досліджень	Вересень 2023 – січень 2024	виконано
3	Ознайомлення з методиками проведення досліджень	Березень 2024 - квітень 2024	виконано
4	Фітопатогенна експертиза посівного матеріалу	Березень 2024 – Травень 2024	виконано
5	Підготовка насіння до сівби	Травень 2024	виконано
6	Сівба сої, встановлення польової схожості	Червень 2024	виконано
7	Фенологічні спостереження за розвитком хвороби	Травень 2024 – Вересень 2024	виконано
8	Фунгіцидна обробка посівів	Червень 2024 – липень 2024	виконано
9	Облік ураження рослин сої фузаріозним в'яненням	Червень 2024 – Вересень 2024	виконано
10	Проведення структурного аналізу отриманих зразків	Вересень 2024	виконано
11	Критичний аналіз отриманих даних і оформлення них в магістерську роботу	Вересень 2024 – жовтень 2024	виконано
12	Апробація результатів дослідження та захист магістерської роботи	Листопад 2024 – грудень 2024	виконано

Завдання прийняла до виконання

_____ (підпис)

Сердюкова М.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Башта О.В.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота на тему: «Фузаріозне в'янення сої та заходи щодо обмеження його поширення та розвитку» виконана на 73 сторінках комп'ютерного тексту, містить 28 рисунків, 12 таблиць та 47 літературних джерел.

Мета досліджень: встановити особливості поширення та розвитку фузаріозного в'янення сої в умовах господарства, оцінити ефективність різних методів захисту рослин та розробити науково обґрунтовані рекомендації щодо обмеження цієї хвороби з метою підвищення врожайності та збереження якості продукції.

Об'єкт досліджень: фузаріозне в'янення сої.

Предмет досліджень: фітопатогені гриби роду *Fusarium*, що викликають фузаріозне в'янення сої, а також ефективність різних заходів захисту (хімічних, біологічних та комплексних) для обмеження його поширення та розвитку.

Методи досліджень: лабораторний, польовий, статистично-математичний.

У роботі досліджено ефективність різних методів захисту сої від фузаріозного в'янення. Лабораторні дослідження виявили високу патогенність штамів *Fusarium oxysporum* та *Fusarium avenaceum*, які уражували до 95,8% рослин. Ураження проявлялося у вигляді біло-рожевого нальоту та некрозу сім'ядоль, що значно знижувало схожість насіння: проростання заражених насінин становило від 18,3% до 40,1% порівняно з контролем (86,2%). Польові випробування включали застосування хімічних фунгіцидів (Максим XL 035 FS, Амістар Екстра 280 SC), біологічних препаратів (Мікохелп, Фітоцид-р) та їх комбінацій. Максимальну ефективність показало комплексне використання Максим XL 035 FS та Амістар Екстра 280 SC, що забезпечило зниження поширення хвороби до 3,2% і розвиток до 1,4%, а врожайність досягла 4,1 т/га. Використання біологічних препаратів у поєднанні з Максим XL 035 FS продемонструвало також позитивний ефект: зокрема, Мікохелп у комбінації підвищував врожайність до 4,5 т/га. Дослідження підтвердили доцільність комплексного підходу до захисту сої, що поєднує хімічні та біологічні засоби, для ефективного пригнічення фузаріозного в'янення та підвищення врожайності культури.

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Огляд літератури.....	9
1.1. Морфологічна та біологічна характеристика сої культурної.....	9
1.2. Технологія вирощування сої.....	15
1.3 Шкідливі об'єкти на сої.....	19
1.4 Фузаріоз сої.....	30
1.5 Заходи захисту сої від шкідливих об'єктів.....	36
Розділ 2. Умови та методика проведення експериментальних досліджень.....	42
2.1. Умови проведення досліджень.....	42
2.2. Методика проведення досліджень.....	46
Розділ 3. Результати досліджень.....	52
Розділ 4. Охорона праці.....	60
Висновки.....	66
Список використаної літератури.....	68

Вступ

Соя (*Glycine max* (L.) Merrill) – є рослиною азійського походження, що належить до родини Fabaceae і є однією з основних білково-олійних культур України з різнонаправленим використанням у харчовій, технічній, медичній та кормовій промисловостях.

Високий вміст білка разом із низьким вмістом вуглеводів характеризує сою як унікальне джерело рослинного білка порівняно з іншими бобовими. Крім того, якість білка соєвих бобів є однією з найпривабливіших причин інтересу до сої та соєвих продуктів серед вегетаріанців [4]. Вплив соєвого білка на здоров'я людини стимулював інтерес науковців до проведення досліджень. Було виявлено, що в порівнянні з іншими харчовими джерелами, соя має найвищий вміст ізофлавонів (речовини, які здійснюють інгібуючу дію на ранній розвиток і розповсюдження ракових клітин) [4, 42]. Крім ізофлавонів і соєвого білка, боби є хорошим джерелом ненасичених жирних кислот, вітамінів групи B, клітковини, заліза, кальцію, цинку та інших біоактивних сполук. Вміст соєвих волокон складається переважно з пектинових полісахаридів, типу рослинної клітковини, яка добре ферментується кишковою мікробіотою. Більше того, на глобальному рівні виробництво джерел рослинного білка може бути стійким варіантом для зменшення екологічної експлуатації природних ресурсів під час розведення великої рогатої худоби для виробництва м'яса [4].

Окрім харчової цінності соя позитивно впливає на покращення властивостей ґрунту завдяки великій кількості залишків біомаси від кореневої та вегетативної маси, що в цілому справляє позитивний вплив і на культури в сівозміні. Але однією з головних особливостей сої як сільськогосподарської культури є ефективна біологічна азотофіксація в результаті діяльності бактерій з роду *Bradyrhizobium* в корневих бульбочках [42].

Також соя відіграє значну роль в тваринництві. Сьогодні майже 98% соєвого шроту у світі потрапляє на корм для тварин – головним чином для доповнення раціону

домашньої птиці, свиней і риби, а також домашніх тварин-компаньйонів, таких як собаки та коти [16].

Світовими виробниками соєвих бобів станом на 2018 рік є США, Бразилія, Аргентина, Китай та Індія з обсягами виробництва 35%, 28%, 17%, 4% і 3% відповідно [4].

В Україні площа соєвих посівів станом на 2022 рік сягає 1,5 млн га, отримано продукції – 3,44 млн т [3]. Взагалі потенціал урожайності відтисняних сортів сої вважається високим: ультраскоростиглих – 23-28 ц/га, ранньостиглих – 25-30 ц/га, середньоранньостиглих – 30-40 ц/га, середньостиглих – 41-50 ц/га й більше [26].

Але при вирощуванні цієї культури сільгоспвиробники зустрічаються із виникненням паразитарних хвороб, які призводять до найбільших втрат врожаю. Розвиток хвороб на посівах сої може спричинити зниження врожаю бобів до 40%. До цих хвороб відносяться фузаріозні ураження коренів та в'янення, аскохітоз, переноспороз, біла та сіра гниль, фомопсис, бактеріози та захворювання вірусного походження, викликані грибами, бактеріями і вірусами. Вони можуть знижувати урожайність насіння на 25 % і більше, а особливо, його якість [36].

Для отримання високих та стабільних врожайів сої насамперед потрібно підібрати сорти, найбільш пристосовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, оптимізувати технологію вирощування, забезпечити рослини всіма необхідними елементами живлення, створити оптимальні умови для росту й розвитку, а також захистити посіви від шкідливих організмів [36].

Розділ 1. Огляд літератури

1.1. Морфологічна та біологічна характеристика сої культурної

Соя відноситься до родини Бобові (*Fabaceae*), підродині Метеликові (*Faboideae*), рід Соя (*Glycine*), підрід *Soja*. Цей підрід складається із однорічних видів. Культурна соя відрізняється прямостоячою формою куща. Форама і структура рослин сої надзвичайно різноманітна, що частково пов'язано з впливом відбору в процесі розвитку місцевих видів в Південній Азії, де культура вирощувалася для використання в різноманітних цілях [6]. Дослідникам уже відома велика кількість вегетативних і генеративних морфологічних ознаках сої [8].

Отже, культурна соя – це трав'яниста однорічна рослина з періодом вегетації від 70 до 250 діб.

Коренева система стрижнева, яка особлива тим, що має порівняно невеликий головний корінь та велику кількість розгалужених, довгих бічних коренів, які проникають в ґрунт на глибину 1,5-2,0 м і складають 60 % маси усієї кореневої системи [28]. Ще однією особливістю кореневої системи сої є наявність бульбочок, які утворюються в результаті симбіозу рослини і *Bradyrhizobium japonicum* – грам-негативними бактеріями, які знаходяться в ґрунті [42]. Їх кількість та розмір залежать від генотипу рослини, мікрофлори ґрунту і його родючості [1]. Ці бактерії розмножуються в бульбочках коренів сої і отримують від рослини багаті вуглеводом енергетичні сполучення. Біологічна фіксація азоту можлива лише за наявності прокаріотів, які містять фермент нітрогеназа; за відсутності нітрогенази перетворення атмосферного азоту було б неможливим. Бульбочки на коренях сої мають вигляд сферичних кульок (рис 1.1) [42].



Рис. 1.1. Бульбочки на коренях сої при інокуляції активним штамом *Bradyrhizobium japonicum* на етапі бутонізації-початку цвітіння. А – інокуляція в день сівби, В – інокуляція за 7 днів до сівби [15].

Стебло культурної сої заввишки 60-100 см, циліндричне, прямостояче. Довжина міжвузлів від 3 до 15 см з кількістю гілочок – 2-5 і більше [28]. Всі сорти сої опушені. На листках, стеблах, пелюстках та бобах можна спостерігати трихоми. Існує генетична варіація трихом, яка включає в себе неопушені генотипи, хоча в цілому вони мало цікаві для виробництва через схильність до серйозних пошкоджень комахами (рис. 1.2) [42].



Рис. 1.2. Стебла сої: а – з опушенням; б – без опушення [28].

Рослини сої мають чотири **лишкові структури**: сім'ядолі, примордіальні листки, трійчасті листки та приквітники. Першою з'являється пара протилежно розташованих сім'ядоль, потім слідує пара овальних, протилежно розташованих примордіальних листків. Перші два типа листків розташовані на перших двох вузлах стебла. На всіх інших вузлах розташовані трійчасті листочки. Їх довжина окремі з них цілюнокрайові, форма варіюється від продовгуватої до яйцевидної та ланцетної (рис. 1.3). Четвертий тип

листка – приквітники. Вони мають вигляд маленьких пар простих листків, які знаходяться у основи бокових гілок і в нижній частині квітконіжки [42].

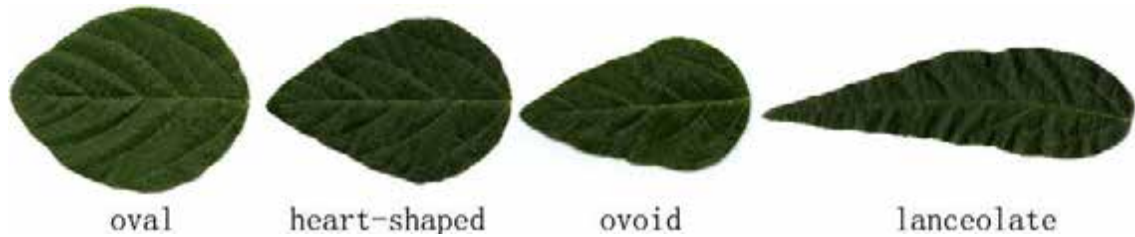


Рис. 1.3. Типові форми листків сої [2].

Суцвіття – китиці, які розташовані в пазухах листків, іноді попарно. Число квіток варіюється в межах 2-4 (у малоквіткових китицях) до 15-26 (у багатоквіткових) [28].

Квітки сої дрібні, непривабливі для комах і розташовані в пазухах листків. Цвітіння рослин починається з утворенням 6-10 листків. Період цвітіння сої тривалий, у ранніх сортів – 17-30 днів, у пізніх – 60-80 днів [1]. Колір квіток варіюється від ніжно-фіолетового з білим до темно-пурпурного. Будова квітки типова для підродини Метеликових. П'ять пелюсток складаються із однієї великої, задньої пелюстки-вітрило, двох бокових пелюсток-крил і двох передніх пелюсток-човників (рис. 1.4). Маточка оточена дев'ятьма зрослими і однією вільною тичинками та має чотири сім'ябруньки. Природне перезапилення відбувається не більше ніж в 1 % випадків [42].



Рис. 1.4. А – суцвіття сої (Jurgen Recknagel, Leopold Rittler, Donal Murphy-Bokern, 2021); В – будова зрілої квітки сої: (а) – одна пелюстка-вітрило; (b) – дві пелюстки-крила; (c) – дві пелюстки-човники; (d) – десять тичинок; (e) і (f) – трубчата чашечка [42].

Плід сої – багатогніздий біб, який містить 2-4 насінини та складається із двох половинок з'єднаних двома швами. Форма бобів варіюється і може бути прямою,

зігнутою, іноді серпоподібною або плескатою із загостреним кінчиком. У малоквіткових китицях формується 1-3 боби, у багатоквіткових – 4-8 і більше [28]. Кількість бобів на рослині може коливатися від 10 до 200-350 штук на кущ [1].

Насіння сої за формою, як правило, кулясте. За основним забарвленням насінневої оболонки буває від жовтого до жовто-зеленого і темно-коричневого (рис. 1.5). Може мати плямистість. У насіння сої процес післязбирального дозрівання відсутній. Його фізіологічна зрілість настає набагато ранше повної (збиральної) стиглості [28]. Середня вага 1000 насінин від 80 до 250 г [1].



Рис. 1.5. Боби сої: А – загальний вигляд; Б – в розрізі [13].

Соя – рослина мусонного клімату, має еволюційно закладені вимоги до забезпечення вологою і теплом. При оптимальній температурі 20-22°C вже через 2-5 днів соя проростає на 90-100% [1]. Чим менша температура, тим більший період проростання насіння. Температурний оптимум періоду вегетації становить 18-22°C, для формування репродуктивних органів – 21-23°C, цвітіння – 22-25°C, формування бобів – 20-23°C і досягання – 18-20°C [28].

Для формування врожаю сої необхідна велика кількість води, її коефіцієнт транспірації коливається від 400 до 1000. Найінтенсивніше соя потребує води в період цвітіння-наливання бобів. При дуже низькій вологості в ці періоди на рослинах не утворюються боби і відбувається опадання вже сформованих. Оптимальна вологість ґрунту – 70-80%, на момент досягання – 60 % від найменшої вологоємності.

Соя рослина короткого дня. Для більшості сортів оптимальна тривалість дня для росту і розвитку становить 13-16 годин. Завдяки селекціонерам створено сорти сої з

нейтральною та слабкою реакцією на тривалість дня, що посприяло значному розширенню регіонів вирощування.

Найкращі врожаї сої отримують на ґрунтах з високим вмістом гумусу, що добре прогрівається та має достатню аерацію. Перезволоження та заболочення ґрунту негативно впливає на розвиток рослин [28]. Особливий акцент ставлять на оптимальні умови для розвитку бульбочкових бактерій. Як правило, суглинисті та глинисті ґрунти більше сприяють фіксації азоту, ніж піщні. Окрім того, якщо ґрунт характеризується високою концентрацією солей або підвищеної кислотності, це також впливає на фіксацію азоту. Оптимальне значення рН коливається в межах 6,5-8 [28, 42].

Розвиток сої відбувається в серії вегетативної та репродуктивної фаз розвитку. Кожну фазу розвитку сої визначають, коли 10-20 % (початок) та 80-95 % (кінець) рослин знаходяться у цій фазі [28].

Початок відліку стадій сої починається з моменту, коли сім'ядолі з'являються над поверхнею ґрунту. В таблиці 1.1 представлено опис вегетативних стадій розвитку від початку появи сім'ядоль до повного розвитку листків на головному стеблі [9].

Таблиця 1.1. Опис вегетативних стадій [9].

Шифр	Назва стадії	Опис
VE	Проростання (emergence)	Сім'ядолі з'являються над поверхнею ґрунту
VC	Сім'ядолі (cotyledon)	Премордіальні листки розгорнуті настільки, що краї не стикаються
V1	Перший вузол (first node)	Премордіальні листки повністю розвинені
V2	Другий вузол (second node)	Повністю розвинений трійчастий листок на другому вузлі
V3	Третій вузол (third node)	Три вузли на головному стеблі повністю розвинені
Vn	N – ний вузол (n th node)	N-нна кількість вузлів на головному стеблі з повністю розвиненими трійчастими листками

Коли соя починає квітнути, то вона класифікується як така, що знаходиться в репродуктивній (R) фазі. Кожна репродуктивна стадія від цвітіння до повної зрілості описана в таблиці 1.2 [9].

Таблиця 1.2. Опис репродуктивних стадій [9].

Шифр	Назва стадії	Опис
R1	Початок цвітіння (beginning bloom)	Одна розкрита квітка на кожному вузлі головного стебла
R2	Повне цвітіння (full bloom)	Розкрита квітка на одному з двох верхніх вузлів головного стебла з повністю розвиненим листом
R3	Початок формування бобів (beginning pod)	Боби довжиною приблизно 5 мм в одному з чотирьох верхніх вузлів головного стебла
R4	Боби досягли максимального розміру (full pod)	Боби довжиною 17 мм в одному з чотирьох верхніх вузлів головного стебла
R5	Початок насіннеутворення (beginning seed)	Утворення насіння в стручку довжиною 25,5 мм в одному з чотирьох верхніх вузлів головного стебла
R6	Насіння досягло максимального розміру (full seed)	Боби містять зелене насіння, яке заповнює порожнину бобів одному з чотирьох верхніх вузлів головного стебла
R7	Початок досягання насіння (beginning maturity)	Один нормальний біб на головному стеблі, який досяг кольору зрілого боба
R8	Повна зрілість (full maturity)	95 % бобів досягли свого зрілого кольору.

Графічне зображення фенологічного розвитку сої представлено на рис. 1.6.

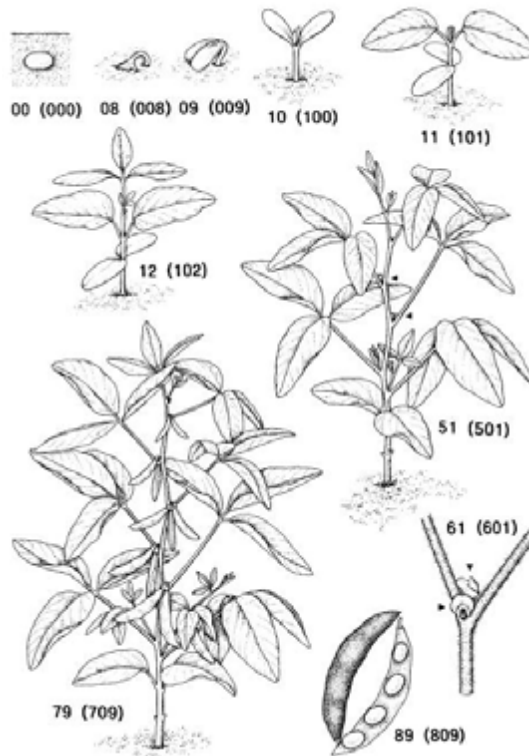


Рис. 1.6. Фенологічні фази розвитку сої за ВВСН [5].

1.2. Технологія вирощування сої

Місце у сівозміні. Для успішного вирощування сої важливо дотримуватися правильного чергування культур у сівозміні. Найкращими попередниками є озимі зернові та кукурудза, які залишають поле чистим та з достатньою вологістю ґрунту. Не рекомендується сіяти сою після соняшника, озимого ріпака чи бобових, оскільки це може спричинити ураження хворобами рослин та поширення шкідників. Краще робити перерву 3 роки перед повторним висіванням сої на тому самому полі [33].

Дози та способи **внесення добрив** під сою визначають індивідуально для кожного господарства, враховуючи обраний основний обробіток ґрунту, рівень удобреності попередника, вміст поживних речовин в орному шарі та запланований урожай. В середньому для формування 1 тонн насіння сої потрібно: 57 кг азоту, 5 кг фосфору, 17 кг калію, 3,9 кг кальцію, 3,4 кг сірки та 2,8 кг магнію. Найефективніше вносити повну дозу добрив восени під основний обробіток

грунту або навесні під передвосівну культивуацію. Внесення всіх добрив безпосередньо перед сівбою чи під час сівби не рекомендується, оскільки це пригнічує мікрофлору ґрунту та знижує ефективність інокулянтів. Крім того, рослини відчуватимуть нестачу фосфору та калію на початкових фазах розвитку [33].

На підзолистих ґрунтах оптимальним співвідношенням мінеральних добрив під сою є азот – 60 кг/га, фосфор – 60 кг/га, калій – 40 кг/га. Потребу в азотному підживленні під час вегетації визначають за кольором листя та розвитком бульбочок. Розрахунок дози фосфорних добрив простий: за низького вмісту фосфору в ґрунті (<1,5 мг на 100 г ґрунту) – 80-90 кг д.р. на 1 га; за середнього (понад 3,1 мг на 100 г ґрунту) – 20-30 кг др. на 1 га. Калійні добрива у дозі 60-70 кг/га вносять лише на деградованих малородючих ґрунтах [33].

Для сої як бобової культури рекомендується застосовувати бактеріальні добрива (ризобіфіт, фоснітрагін, ризогумін тощо) [33].

Для отримання стабільних за роками врожаїв сої, кожному господарству варто вирощувати 2-3 **сорти**, що відрізняються за тривалістю вегетаційного періоду, чутливістю до внесення добрив, стійкістю до хвороб, технологічністю при вирощуванні та збиранні. Ефективність культивування сої полягає у правильному підборі сорту, який за своїми біологічними особливостями найбульше відповідає ґрунтово-кліматичним умовам зони вирощування. За тривалістю періоду вегетації сорти поділяють на такі групи:

Таблиця 1.3. Групи стиглості та період вегетації сої [33].

Група стиглості	Тривалість періоду вегетації, днів
Ультраскоростиглі	Менше 80
Дуже скоростиглі	81-90
Скоростиглі	91-110
Середньоскоростиглі	111-120
Середньостиглі	121-130
Середньопізнюстиглі	131-150
Пізнюстиглі	161-170

Дуже пізньостиглі	161-170
Виключно пізньостиглі	Більше 170

Виходячи з досвіду вирощування сої в зоні Лісостепу, найбільш придатними є сорти з тривалістю вегетаційного періоду до 120 днів (перші п'ять груп стиглості). Збирання таких сортів та необхідні польові роботи встигають провести в оптимальні строки. Водночас, чим скоростигліший сорт, тим нижча його врожайність. Останнім часом вітчизняні селекціонери вивели низку інтенсивних короткостиглих сортів з урожайністю 22-26 ц/га (дуже скоростиглі) та 35-37 ц/га (середньостиглі). При підборі сорту варто враховувати також кліматичну зону, де він був виведений. Якщо сорт походить зі Степу чи Півдня, то в північному Лісостепу його вегетаційний період збільшиться мінімум на 10 днів [33].

Серед сортів сої із підвищеним базовим потенціалом значну цінність становлять Медея, Ювілейна, Ромашка, Золушка, Златослава, Феєрія тощо [47].

Можна виділити три основні **технології культивування сої**: класична система обробітку ґрунту; поверхневий обробіток з обератнням пласта чи без нього; no-till технологія. За умови правильного підбору технології залежно від зони вирощування, ґрунтово-кліматичних умов, насамперед механічного складу ґрунтів, матеріально-технічного забезпечення господарства та біологічних особливостей сорту, кожна з цих технологій дозволяє отримувати стабільну рентабельність на рівні 80-120 % [33].

Класична система обробітку ґрунту для вирощування сої включає такі основні операції: подрібнення стерні, оранка на глибину 22-25 см, вирівнювання поверхні поля восени або рано навесні, одне або два проходження культиватором навесні (залежно від погодних умов та рівності поверхні), посів.

Поверхнева технологія вирощування сої передбачає такі основні операції: подрібнення стерні, дискування в один або два сліди (залежно від попередника чи наступних операцій), пізньоосіннє або ранньовесняне вирівнювання поверхні поля, одне-два проходження культиватором навесні, посів. Внесення добрив проводиться восени під дискування або навесні перед першою культивацією.

Також можливий осінній обробіток з обертанням пласта на глибину 14-16 см за наявності відповідної техніки. Вибір конкретного способу обробітку залежить від багатьох чинників і має відповідати поставленій меті [33].

Технологія нульового обробітку ґрунту під сою можлива лише за наявності відповідного комплексу агрегатів та на легких за механічним складом ґрунтах. Доцільно вирощувати при цьому сорти 3-5 групи стиглості, які формують вищі та сильніші рослини. Також потрібно враховувати, що при нульовій технології витрати на гербіциди зростають в 1,5-2 рази, а врожайність може бути дещо нижчою [33].

Важливим етапом насіння сої до **сівби** є інокуляція бактеріальними препаратами та за потреби протруювання. Обробка насіння бактеріальними препаратами чи їх комплексами не лише поліпшує азотне живлення, а й підсилює стійкість рослин до низки грибних захворювань. Головне завдання передпосівної підготовки – забезпечити рівномірний розподіл препарату оп всієї масі насіння. Обробку слід проводити не раніше ніж за 10-12 годин до сівби.

Важливо пам'ятати, що на ефективність біопрепаратів значно впливають хімічні засоби захисту рослин. Більшість протруйників негативно діють на бульбочкові азотофіксуючі бактерії. Зазвичай здорове насіння можна не протруювати. Допускається сумісне засосування біопрепаратів з малотоксичними протруйниками (Фундазол, Вітавакс, Максим). Використання середньотоксичних фунгіцидів (БАйтан) має передувати обробці біопрепаратами на 2-4 тижні. Високотоксичні фунгіциди несумісні з біопрепаратами. При комплексній обробці насіння фунгіцидами дозу біопрепарату подвоюють. Поєднувати в одній технологічній операції біопрепарати, фунгіциди, стимулятори росту та мікродобрива категорично заборонено.

Посів сої здійснюють, коли температура ґрунту на глибині заробки насіння прогрівається до 10-12°C. Враховуючи генетичні особливості та групу стиглості підбирають норму висіву та ширину міжрядь (табл. 1.4) [33].

Таблиця 1.4. Норма висіву сої та ширина міжрядь в залежності від групи стиглості [33].

Групи стиглості	Норма висіву тис. схожих насінин на 1 га	Ширина міжрядь, см
Ультраскоростиглі	900-1 млн	12,5-15
Дуже скоростиглі	800-900	12,5-17
Скоростиглі	750-800	15-17
Середньоскоростиглі	700-750	15-30
Середньостиглі	600-700	15-45

1.3 Шкідливі об'єкти на сої

1.3.1 Шкідники

Сою протягом усього вегетаційного періоду уражує велика кількість шкідників. Найбільш вразливими періодами для цієї культури є: початкова фаза розвитку, яка включає проростання насіння і появу сходів; формування генеративних органів; та етап наливання і дозрівання зерна.

На стадії проростання насіння і сходів молоді рослини часто пошкоджують личинки паросткової мухи, дротяники, личинки пластинчастовусих жуків та гусениці підгризаючих совок. Сім'ядолі та перша пара справжніх листків стають їжею листогризучих шкідників, таких як сірий буряковий та бульбочковий довгоносики, личинки зеленого коника та саранові. Протягом усього сезону комахи, які висмоктують сік, як-от клопи, трипси, тля та цикади, активно живляться на листях сої.

Аналіз видового складу шкідників сої показує, що найбільше шкідливих видів належить до рядів напівтвердокрилих (Hemiptera) і твердокрилих (Coleoptera), які складають 44,3% і 38,3% від загальної кількості комах-фітофагів відповідно. Третє місце за чисельністю займають лускокрилі (Lepidoptera) – 6,5%. Менш чисельними є представники рівнокрилих (Homoptera) – 5,8%, і бахромчатокрылих (Thysanoptera) – 4,0% [43].

1.3.2 Бур'яни

Основне завдання догляду за посівами сої – створення оптимальних умов для проростання насіння та одержання дружних і повних сходів, захист їх від бур'янів, хвороб та шкідників, а також забезпечення вологою і поживними речовинами на всіх етапах органогенезу. У сільськогосподарській практиці за вирощування польових культур для отримання високих урожаїв на заваді стають бур'яни – рослини, які є небажаними у посівах культур, але при цьому залишаються рівноправними членами агрофітоценозів [31]. Загальна чисельність бур'янів в усіх агроландшафтах України досягає 796 видів, які належать до 365 родів з 87 родин [27].

Соя є однією з найменш конкурентоспроможних культур щодо бур'янів в агрофітоценозах. Вона пригнічує їх удесятеро слабше, ніж озима пшениця, і втричі слабше, ніж соняшник. Особливо на початкових етапах органогенезу соя створює сприятливі умови для проростання насіння різних біотипів бур'янів.

На більшості площ (97%) посіви сої мають середній або високий ступінь забур'яненості. Видовий склад бур'янів у посівах сої варіюється залежно від регіону, проте зазвичай їхня чисельність складає 10–15 видів на господарство. Рівень забур'яненості значною мірою залежить від методів обробітку ґрунту, порядку культур у сівозміні, строків сівби та внесення добрив (особливо органічних, які були внесені під попередні культури). У посівах сої домінують однорічні злакові бур'яни, такі як просо куряче (*Echinochloa crus-galli*) і мишій, які розповсюджені в усіх регіонах вирощування сої.

Серед найбільш шкідливих бур'янів виділяються амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), осоти (будяк польовий (*Cirsium arvense* L.) і жовтий (*Sonchus asper* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця біла (*Amaranthus albus* L.) і звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), а також пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould). Ці бур'яни знижують урожайність сої на 30–50%.

1.3.3 Хвороби

Сою уражує близько 120 збудників хвороб грибної, бактеріальної і вірусної природи — від висіяного насіння до повної стиглості [46]. Хвороби насіння сої часто є причиною зниження якісних показників і можуть завдати значних економічних збитків. Окрім того, вони можуть призвести до загибелі сої до того, як вона досягне поверхні ґрунту або незабаром після появи сходів. Правильна ідентифікація, раннє виявлення збудника, визначення наявності фітопатогенів у конкретному агробіоценозі та прогноз їх розвитку залежно від погодних умов — все це має вирішальне значення для якісної боротьби з хворобами сої [29].

Із грибних хвороб найбільш поширеними і шкодочинними об'єктами на вегетативній масі сої є альтернаріоз (гриби з роду *Alternaria* spp.), переноспороз (*Peronospora manshurica* Sydov.), септоріоз (*Septoria glycinis* L. Hemmi.), фузаріозне в'янення (збудник мітоспоровий гриб *Fusarium oxysporum* Sch.), аскохітоз (*Ascohyta phaseolum* Sacc.), антракноз (*Colletotrichum truncatum* Andrus et Moore.) та церкоспороз (*Cercospora sojina* Hara.) (рис. 1.7) [40].

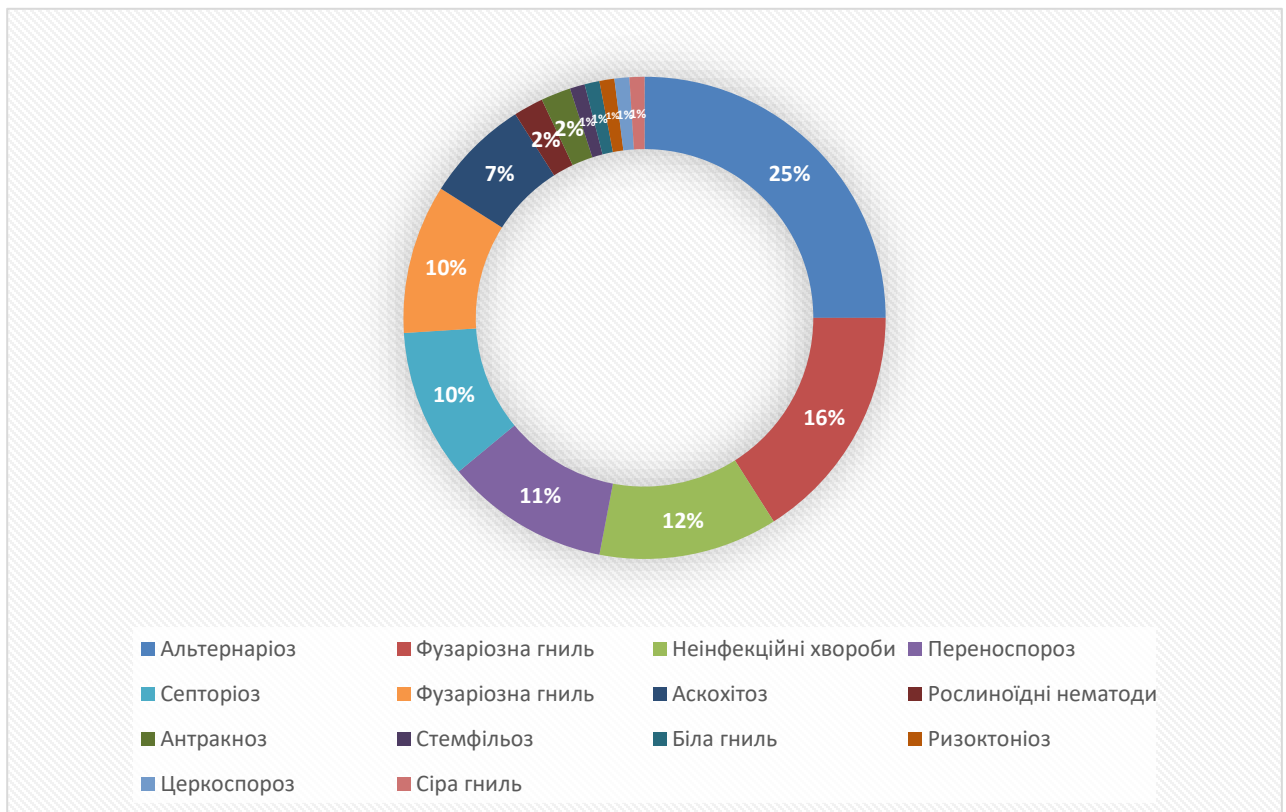


Рис. 1.7. Структура видового складу хвороб в агроценозах сої [40].

Альтернариоз (збудник хвороби гриби з роду *Alternaria* spp.) уражує ослаблені рослини сої, а також може проявлятися як вторинна інфекція. Його шкодочинність полягає в зменшенні фотосинтетичної поверхні листка та зниженні насінневої продуктивності сої з недобором урожаю понад 20%. Симптоми ураження проявляються у вигляді плям на листках коричневого або темно-коричневого кольору з концентричною зональністю (рис. 1.8). Оптимальні умови – 20-26С, 95% вологості повітря, наявність крапельної вологи. Основним джерелом інфекції є ґрунт та рослинні рештки.

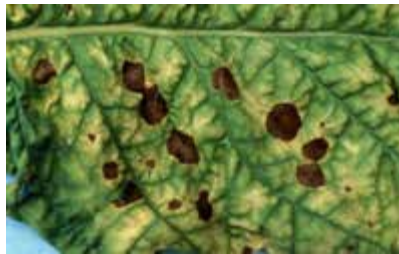


Рис. 1.8. Альтернариоз на сої (*Alternaria alternata*) © R.J. Reynolds Tobacco Company

Переноспороз (збудником хвороби є гриб *Peronospora manshurica* Sydov.) одна з найбільш розповсюджених хвороб. Ураження ним може призвести до зниження продуктивності на 40 % і більше та зниженні маси 1000 насінин. Хвороба проявляється у вигляді спочатку світлих жовтих плям на листках, а згодом коричневих із жовто-зеленим краєм (рис. 1.9). Оптимальні умови для поширення – висока вологість повітря та температура +20-22С. Джерелами інфекції є ґрунт, рослинні рештки та насіння.



Рис. 1.9. Пероноспороз, або несправжня борошниста роса на листку сої
(*Peronospora manshurica*) © Bruce Watt

Септоріоз, або іржаста плямистість (збудник незаверщений гриб *Septoria glycinis* L. Hemmi) найчастіше зустрічається в зоні Полісся. Хвороба негативно впливає на фотосинтетичну поверхню листка внаслідок чого листки опадають. Симптоми хвороби проявляються на листках у вигляді суцільних бурих плям (рис. 1.10), а на сім'ядолях формуються наскрізні плями. Боби в уражених рослин зазвичай недорозвинені. Оптимальні умови для розвитку – висока вологість повітря 80-100% та температура в межах +22-28С. Джерелами інфекції є насіння та рослинні залишки в яких зберігаються пікніди з пікноспорами.



Рис. 1.10. Септоріоз на листку сої (*Septoria glycinis*) © Daren Mueller

Аскохітоз (збудник хвороби мітоспоровий гриб *Ascohyta phaseolum* Sacc.) уражує всі надземні органи сої у фазу цвітіння та на початку дозрівання бобів. Шкодочинність проявляється у вигляді зниження схожості до 40%, затримці розвитку рослин, зрідженні посівів та загальному недобору врожаю на 10-20%. При ураженні сім'ядолів на них утворюються темно-коричневі вдавнені плями з концентричною облямівкою або наскрізні виразки. На перших листках сої з'являються округлі плями діаметром до 2 см, світло-коричневі або сірувато-білі, з темнішою облямівкою і чіткою концентричною структурою. Усередині цих плям помітно велику кількість чорних крапок – пікнід, розташованих концентричними колами. Часто уражені ділянки листка випадають, і залишаються лише бурі облямівки плям (рис. 1.11). На стеблах утворюються подовжені сіруваті ділянки, з

пikнідами, які спочатку заглиблені, а згодом починають виступати. Іноді покривні тканини молодих стебел руйнуються та розтріскуються вздовж. На здерев'янілих стеблах плями стають чорними, витягнутими, із великою кількістю пікнід, особливо рясно вони з'являються біля місць прикріплення бічних пагонів і листя. Джерелами інфекції є насіння та рослинні рештки.



Рис. 1.11. Аскохіток на листку сої (*Ascohyta phaseolum*) фото автора.

Антракноз (збудник хвороби мітоспоровий гриб *Colletotrichum truncatum* Andres et Moore) поширений по всіх районах вирощування сої в Україні. Шкідливість хвороби полягає у зрідженні сходів, зменшенні продуктивної площі листка, зниженні посівних якостей насіння. Антракноз уражує всі частини рослини протягом вегетаційного періоду. На сім'ядолях з'являються дрібні, округлі, вдавнені червоно-бурі плями зі світлим центром. На листках утворюються кутасті бурі плями, через випадіння ураженої тканини з'являються отвори (рис. 1.12). На стеблах та черешках видно темні глибокі смугасті плями з червоною облямівкою, а уражені стебла часто розтріскуються. При ураженні бобів з'являються дрібні плями з бурю облямівкою, які у вологу погоду вкриваються конідіальним спороношенням. Оптимальні умови – вологість повітря – 60% та температура +15-19С. Джерелами інфекції є рослинні рештки та насіння в якому гриб зберігається грибницею.



Рис. 1.12. Антракноз на листку сої (*Colletotrichum truncatum*) © Nancy Gregory

Церкоспоров (мітоспоровий гриб *Cercospora sojina* Hara) найчастіше зустрічається в Лісостепу та Степу. Хвороба суттєво знижує якість врожаю, оскільки при ураженні рослина не гине, а продовжує рости. Також зменшується фотосинтетична поверхня листка. Коли збудник хвороби заражає сою, на листках з'являються невеликі ураження, переважно на верхніх частинах листя. Ці ураження мають неправильну форму і можуть бути сіруватими, червоно-коричневими або фіолетовими (рис. 1.13). Хвороба здатна спричинити відшарування тканини листка. Церкоспоров також може розвиватися на стручках і стеблах у високочутливих сортів. Якщо патоген потрапляє на стручок, насіння може бути уражене без зовнішніх ознак або покриватися сірими плямами та тріщинами. Сприятливі умови для розвитку - +25-30С та вологість повітря понад 90%. Джерелом інфекції є ґрунт та ззаражене насіння.



Рис. 1.13. Церкоспоров на листку сої (*Cercospora sojina*) © Gerald Holmes

Біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* de Bary) є серйозною хворобою, що уражує рослини сої протягом усіх фаз вегетації. Шкодочинність хвороби проявляється у випаданні уражених молодих рослин, ламкості стебел,

передчасному дозріванні, формуванні щуплого насіння та розтріскуванні бобів під час дозрівання. У хворого насіння значно знижуються посівні якості, а недобір урожаю може досягати 50% і більше, особливо у роки епіфітотійного розвитку хвороби. Симптоми ураження проявляються як загнивання проростків та молодих рослин, у більш дорослих рослин листки в'януть і закручуються. На кореневій шийці, стеблі та у місцях розгалуження гілок з'являються світлі або світло-бурі плями, що у вологу погоду загнивають і вкриваються білим нальотом грибниці збудника, яка формує склероції (рис. 1.14). В суху погоду уражені частини рослин знебарвлюються, стають сірувато-білими, а стебла, гілки та черешки листків стають трухлявими, легко ламаються і засихають. Насіння в уражених бобах зморщується, загниває, а боби обпадають. Склероції утворюються на поверхні та всередині стебел, гілок і бобів, змінюючи свою форму залежно від місця: в стеблах і гілках вони циліндричні, у бобах – плоскі, черв'якоподібні, а на поверхні уражених органів – кулясті та блюдцеподібні. Розвиток гриба сприяється високою вологістю повітря, дощовою і вітряною погодою. Джерелами інфекції є склероції грибів, які зберігаються в ґрунті, заражене насіння і рослинні рештки.



Рис. 1.14. Ураження стебла сої білої гниллю (*Sclerotinia sclerotiorum*) ©

Daren Mueller

Борошниста роса (збудник гриб *Erysiphe trifolii* Grev., син. *E. communis* Grev. f. *pisii* Dietrich) є хворобою, яка поширена в основному в Степу та Лісостепу і уражує переважно листки, стебла, рідше квітки та боби рослин. Шкодочинність борошнистої роси проявляється у передчасному відмиранні уражених листків, що призводить до зниження продуктивності рослин і може спричинити втрату врожаю

зерна на 10–15%. Зовнішні ознаки хвороби проявляються у вигляді спочатку білого рідкого павутинного нальоту, який пізніше набуває вигляду борошнистого нальоту (рис. 1.15). Поступово наліт ущільнюється і стає брудно-сірим із великою кількістю чорних крапок — клейстотеціїв. Оптимальні умови для розвитку хвороби — температура 18–22°C і відносна вологість 96–100%, а інкубаційний період становить 4–5 днів. Основним джерелом інфекції є уражені рослинні рештки, на яких гриб зберігається у вигляді клейстотеціїв.



Рис. 1.15. Борошниста роса на листку сої (*Erysiphe trifolii*) © Daren Mueller
Іржа (*Uromyces fabae* (Grev.) de Bary & Fuskel) — поширена хвороба сої у всіх ґрунтово-кліматичних зонах вирощування цієї культури. Ознаки ураження проявляються на листках, стеблах і бобах у вигляді дрібних округлих іржасто-коричневих уредіній, які порошать при розтріскуванні епідермісу (рис. 1.16). Згодом утворюються темні телії. Уражені листки відмирають, а насіння в бобах стає щуплим. Шкідливість іржі полягає у формуванні грибом уредіній і телій, які розривають епідерміс, утворюючи численні рани, що призводить до витрати рослиною значних запасів енергетичних і пластичних речовин на їх загоєння. Це суттєво знижує продуктивність рослин, а недобір урожаю може сягати 10–30% і більше. Розвитку хвороби сприяють висока вологість повітря (90–100%), часті дощі, рясні роси вночі, температура 20–25°C, а також надмірний вміст азоту в ґрунті. Основним джерелом інфекції є уражені рослинні рештки, де зберігається теліостадія гриба, а додатковим — грибниця, що зберігається в кореневищах молочаю.

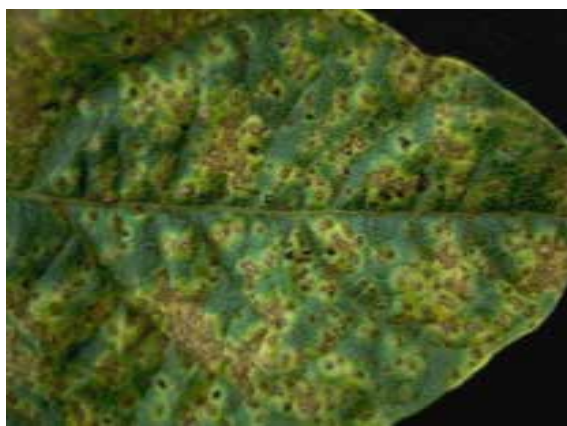


Рис. 1.16. Прояв іржі на листку (*Uromyces fabae*) © Howard F. Schwartz

Кутаста плямистість (бактеріальний опік) (хвороба спричинена бактерією *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (Coerper) Gardan et al.) поширена у всіх регіонах вирощування сої, особливо шкодочинна у зоні Степу та Лісостепу. Шкідливість хвороби проявляється у ранньому ураженні рослин, що може призвести до загибелі сходів, значного зниження продуктивності та якості насіння. Зовнішні ознаки проявляються на всіх надземних органах рослини, зокрема на сім'ядолях і листках, де утворюються дрібні, світло-коричневі або майже чорні кутасті плями з жовтою маслянистою облямівкою (рис. 1.17). Насіння уражених бобів недорозвинене, зі зморшкуватою оболонкою і дрібними, вдавленими плямами з темною облямівкою. На всіх уражених органах рослини у місцях плям спостерігається білувато-сірий ексудат бактерій. Розвиток хвороби посилюється за умов тривалої високої вологості повітря та ґрунту. Основне джерело інфекції — неперегнилі уражені рослинні рештки і заражене насіння, в оболонці якого зберігаються бактерії.



Рис. 1.17. Ураження листка сої кутастою плямистістю (*Pseudomonas savastanoi*) фото автора

Пустульний бактеріоз (іржасто-бура плямистість), спричинений бактерією *Xantomonas axonopodis* pv. *glycines* (Nokano) Vauterin et al., уражує всі органи рослини, особливо листки, переважно в другій половині вегетації. Шкідливість пустульного бактеріозу полягає в руйнуванні тканин рослини, що призводить до зниження продуктивності. На сім'ядолях і листках хвороба проявляється у вигляді дрібних червоно-рижуватих або зеленувато-коричневих масляних плям із бородавчастими пустулами (рис. 1.18). Згодом плями набувають червоного або сіро-коричневого кольору, уражені ділянки стають прозорими, а тканина випадає, формуючи дірки в листках. На стеблах з'являються поздовжні коричневі смуги, тканина руйнується, і стебла надламуються. Плями на бобах округлі, темно-бурі. Інтенсивний розвиток хвороби відбувається в умовах сухого і спекотного літа. Основне джерело інфекції — неперегнилі уражені рослинні рештки після збору врожаю та заражене насіння.

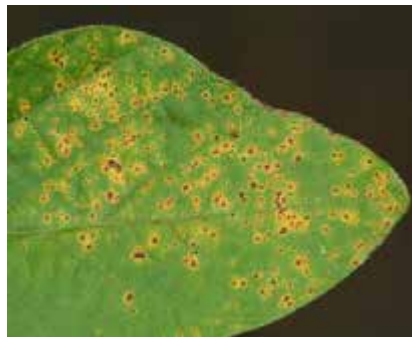


Рис. 1.18. Прояв пустульного бактеріозу на листку сої (*Xantomonas axonopodis* pv. *glycines*) © Daren Mueller

Жовта мозаїка (*Bean yellow mosaic virus*, BYMV) — поширена вірусна хвороба сої в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Шкідливість жовтої мозаїки проявляється в значному зниженні продуктивності рослин, втрати врожаю насіння можуть досягати 30–40%, а також спостерігається зниження якості врожаю. Її характерні симптоми проявляються на листках у другій половині

вегетації у вигляді яскраво-жовтих плям, жовто-зеленої крапчастості або жовтуватих смуг, що межують із жилками або розкидані по всій поверхні листка (рис. 1.19). Згодом листки жовтіють, стають ламкими, крихкими, засихають і відмирають. У період вегетації вірус передається попелицями або через інокуляцію соком хворих рослин. Основними джерелами резервації вірусу є заражене насіння бобових культур, бобові трави, а також цибулини гладіолусів і кореневища осотів [31].



Рис. 1.19. Прояв жовтої мозаїки на листку сої (*Bean yellow mosaic virus*)
фото автора.

1.4 Фузаріоз сої

Протягом останніх 20 років види *Fusarium* активно вивчалися, оскільки мікотоксини, які вони виробляють, можуть становити загрозу здоров'ю тварин і людей. Фузаріоз широко поширений в ґрунті, на підземних і надземних частинах рослин, рослинних залишках та інших органічних субстратах. Вони поширені в тропічних і помірних регіонах, а також зустрічаються в пустельних, альпійських і арктичних областях, де переважають суворі кліматичні умови. Багато видів фузаріозу у великій кількості зустрічаються на родючих культурних ґрунтах і пасовищах, але порівняно рідко зустрічаються на лісових ґрунтах. Фузаріум часто вважається ґрунтовими грибами через їх велику кількість у ґрунті та їх часту

асоціацію з корінням рослин як паразитів або сапрофітів. Однак багато з них мають активні або пасивні засоби розповсюдження в атмосфері та є звичайними колонізаторами надземних частин рослин, де вони можуть призвести до захворювань, які мають значне економічне значення [12].

Родову назву *Fusarium* вперше використав Link (1809). Історія систематики *Fusarium* показала помітні коливання між надто вузькими концепціями видів і такими широкими, що практична інформація про патогенність і токсигенність була втрачена. Останні дослідження біорізноманіття фузаріозу базуються на дослідженні великих популяцій ізолятів, у яких традиційні морфологічні критерії поєднуються з детальними даними про патогенну спеціалізацію, виробництво токсинів та екологію [11]. Наразі таксономія роду *Fusarium* має такий вигляд:

Домен: Еукаріоти (Eukaryota);

Царство: Гриби (Fungi);

Відділ: Аскоміцети (Ascomycota);

Клас: Сордаріоміцети (Sordariomycetes);

Порядок: Гіпокрейні (Hypocreales);

Родина: Нектрієві (Nectriaceae);

Рід: Фузаріум (*Fusarium*).

Рівень присутності фузаріїв в агроценозі залежить як від його екологічної місткості, так і від різноманітності функцій грибів. Фузарії можуть виступати паразитами, які уражують ослаблені рослини, сапрофітами, що розкладають рослинні залишки, або мікоризоутворювачами і стимуляторами росту, які підвищують продуктивність культур та їхню стійкість до несприятливих умов. Непатогенні (сапрофітні) види фузаріїв можуть швидко переходити до паразитичного способу життя, наприклад, при зміні умов середовища, мутаціях або міграції нових агресивних штамів, що витісняють менш шкідливі форми [17].

Соя є сприйнятливою до 13 видів фузаріїв [17]. Основними збудниками фузаріозного в'янення сої є мітоспорові гриби роду *Fusarium*, такі як *F. oxysporum*

Schl. f. sp. *psi* Snyder & Hansen, *F. culmorum* Sacc., *F. gibbosum* App. et Wr. та інші. У розвитку хвороби також беруть активну участь сумчасті гриби, зокрема *Haematonectria haematococca* Samuels & Rossman, *Giberella avenacea* Cook і *G. fujikuroi* Wollenw. Аналіз літературних джерел показує, що фузаріоз завдає найбільшої шкоди посівам сої в усіх зонах її вирощування, особливо на стадії сходів, спричиняючи кореневу гниль та інші форми ураження. Розвиток захворювання на сходах часто призводить до загибелі рослин. У проростків, уражених фузаріозом, спостерігається потемніння та потоншення прикореневої частини стебла, загнивання корінця і подальша загибель. Дорослі хворі рослини відстають у розвитку, утворюють дрібні боби або взагалі не формують їх, а насіння стає щуплим і непридатним для пророщування (рис. 1.20) [17].

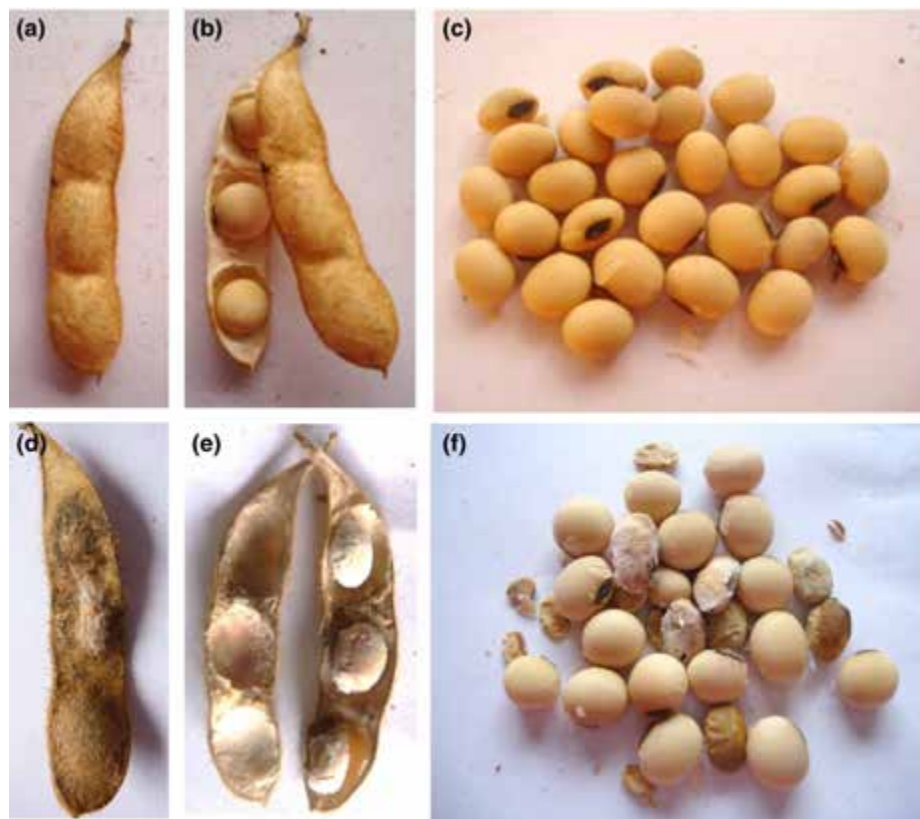


Рис. 1.20. Зовнішні (a) і внутрішні (b) безсимптомні стручки та безсимптомне насіння (c) з рослин, інокульованих стерильною водою. Симптоми, викликані ізолятом *Fusarium graminearum* у стручках, що демонструють ураження

від жовто-коричневого до коричневого кольору (d), колонізацію всієї внутрішньої частини стручка (e) і насіння, уражене різним ступенем (f) [10].

Хвороба також проявляється побурінням підсім'ядольного коліна та загниванням коренів у фазі від появи сходів до формування бобів. На пізніших етапах уражаються основа стебла і тканини коренів, що набувають темно-коричневого кольору. У разі відмирання стрижневого кореня на його верхній здоровій частині розвивається багато тонких додаткових корінців, що надає йому мичкуватого вигляду. На уражених рослинах спочатку жовтіють нижні листки, а згодом — листки середнього та верхнього ярусів. У вологу погоду уражені ділянки покриваються білим або рожевим нальотом. У місцях ураження покривні тканини розм'якшуються та змінюють забарвлення під впливом пігментів переважаючих видів грибів(рис. 1.21) [17]. Уражені рослини легко висмикуються з ґрунту. На зрізі нижньої частини стебла та кореневої шийки чітко видно побуріння центрального циліндра.



Рис. 1.21. Розшарування корневих тканин на сої внаслідок ураження фузаріозним в'яненням (фото автора).

Морфологічні структури найбільш розповсюдженого збудника фузаріозного в'янення *Fusarium oxysporum* являють собою макро- та мікроконідії, хламідоспори.

Макроконідії утворюються в спородохіях, які у більшості ізолятів мають бліде або червоне забарвлення. Спородохії можуть бути рясними, але в деяких ізолятах трапляються рідко або зовсім відсутні. Загальна форма макроконідій варіюється від коротких до середніх розмірів, вони можуть бути прямими або злегка вигнутими, тонкими і тонкостінними (рис. 1.22). Апікальні клітини мають звужену та вигнуту форму, іноді з гачком, а базальні клітини – від форми ніжки до загостреної. Зазвичай макроконідії мають 3 перегородки, рідко зустрічаються в деяких штамів, але часто рясно утворюються в спородохіях або на гіфах, що ростуть на поверхні агару [7].



Рис. 1.22. Макроконідії *Fusarium oxysporum*, збільшення 50 мкм [7].

Мікроконідії мають овальну, еліптичну або ниркоподібну форму і, як правило, не мають перегородок (рис. 1.23). Вони утворюються у вигляді несправжніх головок на коротких монофіалідах і часто присутні в повітряному міцелії у великій кількості [7].

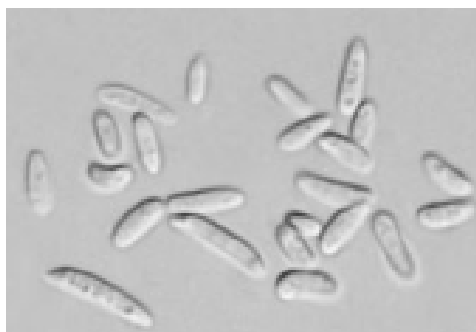


Рис. 1.23. Мікроконідії *Fusarium oxysporum*, збільшення 50 мкм [7].

Хламідоспори утворюються рясно і швидко у більшості ізолятів, хоча деякі ізоляти можуть формувати хламідоспори повільно або не утворювати їх взагалі.

Хламідоспори розташовуються поодинокі або парами, іноді в скупченнях або коротких ланцюжках, і можуть бути кінцевими або інтеркалярними у повітряних, занурених або поверхневих гіфах. Вони мають гладку або шорстку стінку [7].

Патогени, що спричиняють фузаріозну кореневу гниль, можуть розвиватися при широкому температурному діапазоні — від 5 до 35 °С. Найбільш сприятливі умови для розвитку хвороби створює знижена вологість ґрунту в межах 40–60%. Більшість збудників фузаріозної кореневої гнилі утворюють хламідоспори та склероції, які здатні тривалий час залишатися життєздатними у ґрунті. Додатковим джерелом інфекції служить заражене насіння, що містить грибницю патогенів.

Фузаріозна коренева гниль та в'янення є надзвичайно небезпечними захворюваннями. Їхній коефіцієнт шкідливості варіюється від 60 до 70% залежно від року, а втрати врожаю можуть досягати 35–50%.

Мікотоксини грибів з роду *Fusarium*

Представники роду *Fusarium* можуть безпосередньо викликати захворювання у людей, тварин та рослин. Рівень летальності серед пацієнтів із системними фузаріозними інфекціями становить більше 70%. Крім того, *Fusarium* spp. виробляють низку вторинних метаболітів, які асоціюються із захворюваннями рослин, а також з раком і дефектом росту у людей і домашніх тварин. Деякі з цих вторинних метаболітів використовуються безпосередньо або як вихідний матеріал для хімічного синтезу стимуляторів росту рослин і тварин. Також є твердження про використання мікотоксинів, виробленими деякими з цих грибів, як біологічної зброї [7].

Рід *Fusarium* продукує ряд мікотоксинів різної хімічної структури. Фузаріотоксини – це вторинні метаболіти, що продукуються токсигенними грибами роду *Fusarium*. Важливими та часто зустрічаються фузаріотоксини трихотецени, фумонізени та зеараленон. Ці токсини є високотоксичними та канцерогенними для сільськогосподарських і лабораторних тварин і пов'язані з раком стравоходу людини та вродженими дефектами. Мікотоксини *Fusarium*

викликають різну токсичність для людей та/або тварин після вживання зараженого зерна. Вони можуть викликати гострі або хронічні захворювання, а в деяких випадках і смерть. Наприклад, низка мікотоксинів *Fusarium* може змінювати різні захисні механізми кишківника, такі як цілісність епітелію, проліферація клітин, шар слизу, імуноглобуліни та вироблення цитокінів.

Останнім часом викликає занепокоєння поява нових і замаскованих мікотоксинів *Fusarium* у сільськогосподарських товарах, що може сприяти токсичному впливу на здоров'я, хоча метаболічна доля замаскованих мікотоксинів все ще залишається предметом наукових дискусій. Ці мікотоксини привернули увагу в усьому світі через свій вплив на здоров'я людей і тварин, продуктивність тварин і пов'язані з цим економічні втрати [14].

1.5 Заходи захисту сої від шкідливих об'єктів

1.5.1 Контроль бур'янів

Одним із важливих завдань сучасного землеробства є забезпечення належного фітосанітарного стану агроценозів польових культур. Соя, зокрема, має низьку конкурентну здатність проти бур'янів, тому захист її посівів від бур'янової рослинності є ключовим фактором підвищення врожайності. В Україні, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, налічується велика кількість видів бур'янів — більше 700, з яких близько 100 завдають серйозної шкоди агрокультурам. На соєвих полях росте понад 50 видів бур'янів, які можуть призводити до втрати 30–50% врожаю. Встановлено, що наявність навіть п'яти однорічних бур'янів на кожному квадратному метрі знижує врожайність сої на 11%, а за щільності 10–15 рослин на м² врожайність падає на 26–31%. Якщо кількість бур'янів перевищує 25 шт./м², врожайність культури скорочується майже вдвічі.

Для ефективного знищення бур'янів у посівах сої застосовують ґрунтові гербіциди, що містять діючі речовини, такі як ацетохлор, метрибузин, кломазон, пендиметалін, трифлуралін, прометрин, імазетапір, S-метолахлор. Якщо орієнтуватися на боротьбу зі злаковими бур'янами, доцільно використовувати

хлорацетаміди, а для контролю дводольних видів найчастіше застосовують триазини, триазинони, динітроаніліни та оксазолідинони. Із післясходових гербіцидів зазвичай застосовують засоби з груп арилоксифеноксипропіонової кислоти та циклогександіонів. Для дводольних бур'янів застосовують гербіциди груп бензотіадіазинонів, сульфонілсечовини та дифенілетерів. Щоб одночасно контролювати злакові й дводольні бур'яни, використовують гербіциди з групи імідазолінів, однак після їх застосування можуть бути обмеження на висів наступної культури.

Застосування ґрунтових гербіцидів має певні недоліки. Вони найбільш ефективні за достатньої вологості ґрунту, і навіть за умов загортання передпосівним обробітком у посушливих умовах не завжди забезпечують належний ефект. Використання гербіцидів ґрунтової дії може бути неефективним, якщо не вдається передбачити проростання бур'янів, чутливих до них. Тому у практиці вирощування основних сільськогосподарських культур усе більше уваги приділяють післясходовим гербіцидам, що дозволяє краще оцінити видовий склад бур'янів, максимально використати агротехнічні заходи та гербіциди з потрібним спектром дії [19].

В дослідженнях Інституту фізіології рослин і генетики НААН України ефективною сумішшю для боротьби з однорічними дводольними та злаковими бур'янами виявилася комбінація препаратів Пульсар 40 КЕ (0,5 л/га) та Хармоні 75, ВГ (3 г/л). Обприскування проводили у фазу 2-3 справжніх листків [38].

Вирощування сої можливо й без використання гербіцидів, але для цього потрібно частіше проводити обробіток ґрунту. Краще віддавати перевагу сортам сої з інтенсивним ростом у післясходовий період, які швидко затінюють ґрунт та пригнічують ріст початкових бур'янів. Досходове боронування слід здійснювати до того моменту, коли проростки не досягли рівня проникнення зубів борін. Найкращий ефект від боронування спостерігається у фазі "білої ниточки" бур'янів. Поєднання досходових і післясходових боронувань з міжрядними культиваціями

дозволяє суттєво знизити кількість бур'янів у посівах. Правильне використання таких агротехнічних заходів забезпечує приріст урожайності на 2,3–7,8%, зменшуючи водночас гербіцидне навантаження на ґрунт і довкілля [19].

1.5.2 Контроль шкідників

Найбільш уразливими вегетаційними етапами для сої є початкова фаза проростання насіння і сходи, період формування генеративних органів, а також фази наливання та дозрівання зерна. Найбільшу шкодочинність шкідників сої спостерігають у Степу, і вона поступово зменшується в напрямку на північ, у зону Лісостепу [19].

Найефективнішим способом контролю чисельності шкідників є застосування інсектицидів дозволених до використання на сої в Україні, наприклад Альфазол (імідаклоприд, 200 г/л), Борей (Імідаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л), Драгун (хлорпірифос, 480 г/л) тощо [44].

У фазі сходів для захисту від бульбочкових довгоносиків при чисельності 10-15 жуків на 1 м² проводять обприскування посівів препаратом Альфазол (0,25 л/га). Також знищують кірку, бур'яни — резерватори шкідників, і проводять міжрядну культивуацію.

У фазі бутонізації-цвітіння, якщо шкідники досягають економічного порогу шкодочинності (ЕПШ) — горохова попелиця (250-300 особин на 10 помахів сачком), гороховий трипс (1-2 особини на квітку), горохова плодожерка (25-30 яєць на 1 м²) — проводять обробку посівів інсектицидами Актара (0,1 кг/га) або Базудин (0,5-0,75 л/га). Знищують також бур'яни, що цвітуть, на яких харчуються метелики вогнівки, листогризучих совок, лучного метелика тощо.

У фазі утворення бобів для контролю лучного метелика, листогризучих совок та акацієвої вогнівки випускають трихограму на початку та в період масового відкладання яєць, із розрахунку 50-75 тис. особин на 1 га (співвідношення 1:10 — одна самка трихограми на 10 яєць шкідника) [30, 41].

1.5.3 Контроль хвороб

Під час вегетації сої необхідно регулярно проводити фітосанітарний моніторинг посівів для виявлення небезпечних хвороб і своєчасного застосування профілактичних хімічних заходів. Особливе значення має виявлення ранніх стадій ураження та оперативна діагностика хвороб у період росту рослин. У разі прогнозу швидкого поширення хвороби чи комплексу хвороб варто приступити до обприскування насінневих посівів сої фунгіцидами (табл. 1.5).

Таблиця 1.5. Фунгіциди для застосування на сої проти хвороб [32].

Діюча р-на, г/л; г/кг (препаративна форма)	Назва препарату	Норма витрати, кг/т; л/т	Хвороба, проти якої обробляється	Строк останньої обробки (кратність)
Азоксістробін, 200 г/л + ципроконазол, 80 г/л (к.с.)	Амістар екстра 280 SC	0,5-0,75	Несправжня борошниста роса, борошниста роса, фузаріоз, іржа	30 (2)
Піраклостробін, 62,5 г/л + епоксиконазол, 62,5 г/л (мк.е.)	Абакус	1,5	Борошниста роса, антракноз, іржа, септоріоз	40 (2)
Пропіконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л (к.м.е)	Колосаль Про	0,4-0,6	Борошниста роса, антракноз, іржа	30 (2)
Тебуконазол, 250 г/л (к.е.)	Колосаль; Фортеця Тотал ЕС	1,0	Борошниста роса, антракноз, іржа	50 (2)
Тебуконазол, 200 г/л + трифлуксистробін, 100 г/л	Коронет 200 SC	0,6-0,8	Борошниста роса, антракноз, іржа	30 (2)

Перед закупівлею пестицидів важливо остерігатися підробок. Вибір фунгіциду для обприскування посівів сої залежить від виявлених хвороб, складу діючих речовин, а також технічної ефективності препарату. Перевагу слід надавати екологічно безпечним фунгіцидам (із малими нормами витрати), які не є фітотоксичними, економічно вигідним (за низькою ціною), ефективним препаратам із широким спектром дії проти збудників хвороб сої. Максимальна ефективність фунгіцидів досягається при їх профілактичному застосуванні.

Висока ефективність фунгіцидів проти листових хвороб сої можлива лише за умов регулярного моніторингу посівів, щоб фіксувати дату появи перших симптомів і встановити оптимальний термін для першої обробки. Починаючи з фази бутонізації, посіви обстежують щонайменше раз на декаду, а з фази цвітіння — раз на 5-6 днів. При виявленні ознак хвороб, таких як несправжня борошниста роса, іржа, аскохітоз, септоріоз, антракноз, бактеріози, та при сприятливому прогнозі погодних умов доцільно проводити профілактичні обприскування відповідними фунгіцидами.

Зазвичай перше обприскування фунгіцидами проводять із початком цвітіння сої. На практиці ж профілактичну обробку розпочинають наприкінці бутонізації, коли бутони з'являються на 70% рослин (що за європейською шкалою ВВСН відповідає фазі 51-60) або при появі перших ознак хвороб.

На ультраранньостиглих (до 80 днів) та ранньостиглих (до 100 днів) сортах сої фунгіциди зазвичай застосовують один раз. Для сортів із тривалістю вегетаційного періоду понад 100 днів, особливо за умов інтенсивного розвитку хвороб або вегетації у високій вологості та підвищених температурах, необхідно дворазове обприскування: перше у фазу бутонізації – початку цвітіння (ВВСН 51-60), друге – наприкінці цвітіння – на початку формування бобів (ВВСН 67-71). Проведення одного-двох обприскувань протягом вегетації дозволяє мінімізувати шкоду від хвороб.

Для обприскування сої використовують самохідні обприскувачі з високим кліренсом, такі як Spra-Coop та Apache. Проти грибних і бактеріальних хвороб також застосовують біопрепарат Агат 25-К (30 г/га). Щоб підвищити врожайність і стійкість сої до хвороб, рекомендується додавати в розчини регулятори росту, як-от Агростимулін, АКМ, Антистрес та інші.

Для кращого засвоєння атмосферного азоту рекомендовано обприскувати посіви сої біодобривами, такими як «Агро Бак Плюс» (1 кг/га) та «Ембіко» (1-5 л/га). На насінневих посівах обприскування проводять відразу після виявлення

сисних шкідників, щоб запобігти вірусним інфекціям, і видаляють дифузно уражені рослини [32].

Розділ 2. Умови та методика проведення експериментальних досліджень

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження проводилися протягом 2023-2024 рр.

Польові дослідження були організовані на базі ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція» (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Дослідна ділянка ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція».

Агрономічна дослідна станція розташована в с. Пшеничне Васильківського району Київської області. Землі господарства знаходяться в північно-східній частині Правобережного Лісостепу України. Територія Агрономічної дослідної станції входить до складу Білоцерківського агрогрунтового району Київської області.

Рельєф ділянок рівнинний, ґрунт представлений типовим малогумусним середньосуглинковим чорноземом грубопилуватої структури. Вміст гумусу в орному шарі, за даними методу Тюріна, становить 4,34–4,68%. Значення рН сольової витяжки варіюється від 6,8 до 7,3, а ємність поглинання – 30,7–32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Мінеральна тверда фаза ґрунту складається з 37% фізичної глини та 63% піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані – 1,16–1,25 г/см³, а

вологість стійкого в'янення досягає 10,8%. Агрохімічні та водно-фізичні показники типового малогумусного чорнозему, на фоні якого проводилися польові дослідження, описані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Агрохімічна характеристика чорнозему типового малогумусного у ВП НУБІП України «Агрономічна дослідна станція» [17].

Глибина горизонту, см	Вміст гумусу, %	pH сольової витяжки	Кількість карбонатів, %	Ємкість поглинання, мг/екв на 100 г ґрунту
I	II	III	IV	V
0–10	4,53	6,87	-	31,9
35–45	4,38	7,30	1,66	32,0
70–80	1,36	7,30	9,20	19,1
130–140	0,86	7,30	10,50	15,0
210–220	-	7,30	9,70	-

Ґрунт характеризуються великим вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. Вміст загального азоту (за Кельдалем) – 0,27–0,31%, загального фосфору – 0,15–0,25%, калію – 2,3–2,5%. Вміст рухомого фосфору (за Мачигінім) складає 4,5–5,5 мг на 100 г ґрунту, а обмінного калію – 9,8–10,3 [17].

Територія району має нахил в напрямі з півдня на північ та з заходу на схід. Завдяки цьому географічна широта не впливає на ріст температур з півночі на південь. Температура в південній частині області знижується за рахунок підвищення висоти поверхні над рівнем моря. Клімат місцевості помірно континентальний. Територія Васильківського району лежить в північній частині Лісостепу й межує з південними районами зони Полісся. Васильківський район знаходиться на території помірно-теплого, помірно-зволоженого агрокліматичного підрайону Київської області. Середня кількість опадів за 2023 р. Склала 673 мм, середня місячна температура повітря – +10,8 С. Впродовж вегетаційного періоду 2024 року (травень-вересень) спостерігалася дуже мала кількість опадів в фазу розвитку сої – сходи та формування бобів. Середня місячна температура була вища

за норму щонайменше на 0,5 С (табл. 2.2). Весняні заморозки закінчилися на початку березня, а перші осінні почалися на початку листопада.

Таблиця 2.2. Відхилення від норми середньої місячної температури повітря та місячної кількості опадів у Києві (за даними ЦГО).

Характеристика	норма	V	VI	VII	VIII	IX
Середня місячна температура (С)	(1991-2020)	15,8	19,5	21,3	20,4	14,9
	2024	16,3	21,5	24,3	23,1	20,6
	Відхилення	0,5	2,0	3,0	2,7	5,7
Місячна кількість опадів (мм)	(1991-2020)	65	74	68	56	58
	2024	15	135	52	24	21
	Відхилення	-50	61	-16	-32	-37

В дослідженнях використовувався сорт Устя - це сорт сої, розроблений вченими Національного наукового центру «Інституту землеробства УААН». Його було створено шляхом селективного відбору після схрещування сортів Білосніжка та Жемчужна. За класифікацією належить до маньчжурського підвиду, група *sordida*.

Рослина характеризується необмеженим типом росту, має темно-коричневе пряме стебло з рудим опушенням. Листя трійчасте із загостреними кінчиками, широкояйцевидної форми, без зубців по краях. Рослина добре облиствлена.

Квіти фіолетові, зібрані в багатоквіткові китиці по 9-14 штук. На бобах присутнє опушення, вони містять по 2-3 насінини та мають грубі волокна. Насіння має овальну форму, жовтий колір та коричневий овальний рубчик середнього розміру. Висота рослин сягає 70-75 см, при цьому нижні боби розташовані на висоті 10-13 см від землі. Вага тисячі насінин становить 155-160 г. Сорт демонструє високу стійкість до холоду під час цвітіння та формування плодів, успішно протистоїть поширеним хворобам, не вилягає та не схильний до розтріскування бобів.

Під час випробувань у господарстві «Чабани» протягом 1998-2000 років врожайність склала 2,5 тонни з гектара.

Сорт рекомендований для основних посівів у лісостеповій зоні України. Його рання стиглість дозволяє використовувати поле після збору врожаю для посіву озимих культур.

Планування польових дослідів здійснювали за методикою дослідної справи, враховуючи трьохкратну повторність і систематичне розміщення варіантів у формі квадратів 1x1 м. До вибору ділянки пред'являлися вимоги щодо однорідності ґрунту та рельєфу, відповідно до умов дослідів.

Всі польові роботи виконувалися своєчасно, одночасно й у максимально короткі строки. Дослідження ефективності фунгіцидів у польових умовах зазвичай проводять на сортах, схильних до захворювань. Кожна повторність включала контроль (без обробки) та еталон.

Схема дослідів

№	Варіант
1	Контроль (без обробки)
2	<i>Fusarium oxysporum</i> (F1)
3	<i>Fusarium avenaceum</i> (F2)
4	<i>Fusarium culmorum</i> (F3)
5	F1 + Максим XL 035 FS (25 г/л Флудиоксоніл + 10 г/л металаксилу–М)
6	F2 + Максим XL 035 FS
7	F3 + Максим XL 035 FS
8	F1 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC (80 г/л Ципроконазол + 200 г/л Азоксистробін)
9	F2 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC
10	F3 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC
11	F1 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р (<i>Bacillus subtilis</i>)
12	F2 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р
13	F3 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р
14	F1 + Максим XL 035 FS + Мікохелп (гриби-антагоністи роду <i>Trichoderma</i> , живі клітини бактерій <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Enterobacter</i> sp, <i>Enterococcus</i> sp)
15	F2 + Максим XL 035 FS + Мікохелп
16	F3 + Максим XL 035 FS + Мікохелп
17	Максим XL 035 FS
18	Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC

19	Максим XL 035 FS + Фітоцид-р
20	Максим XL 035 FS + Мікохелп

Лабораторні дослідження були проведені на базі Проблемної науково-дослідної лабораторії «Мікології і фітопатології» кафедри фітопатології ім. акад. В.Ф. Пересипкіна НУБіП України.

2.2. Методика проведення досліджень

2.2.1 Лабораторні методи

В лабораторних умовах ми досліджували посівні якості насіння (енергія проростання, схожість, ураження хворобами) згідно ДСТУ 41-38-2002 (ДСТУ 4138-2002) [21]. Вимоги цього стандарту є обов'язкові у процесі державного насінневого контролю. Він встановлює правила відбирання, формування та приймання проб, методи аналізування чистоти, схожості, енергії проростання, маси 1000 насінин, зараженості хворобами тощо.

Передпосівна обробка насінневого матеріалу передбачає тестування препаратів як протруйників посівного матеріалу в інфекційних і природних умовах у строки, сприятливі для розвитку хвороб. Для випробувань використовують насіння сортів, що внесені до «Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні», вирощене на місці досліду і підготовлене до посівних кондицій. У лабораторії насіння перевіряють на енергію проростання та схожість, відбираючи проби згідно з вимогами Держстандарту.

Метод аналізування маси 1000 насінин

Метою аналізування є визначення маси 1000 насінин, що характеризує цінність насінневої партії. Для цього використовують всю пробу або її частину.

Від насіння основної культури відраховують по 100 насінин. Далі обчислюють:

а) варіансу V за формулою:

$$V = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

де x – маса 100 насінин кожного повтору, г;

n – кількість повторів;

Σ - сума;

б) стандартний відхилення δ :

$$\delta = \sqrt{V}$$

в) середньоарифметичну масу \bar{x} 100 насінин:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

г) коефіцієнт варіації k :

$$k = \frac{\delta}{\bar{x}} 100$$

Масу 1000 насінин обчислюють множенням на 10 середньоарифметичної маси 100 шт. Від насіння основної культури відраховують по 500 шт насінин та зважують. Середньоарифметичне мас обчислюють з двох повторів, фактичну розбіжність та їхню суму. Розбіжність не має перевищувати 3 %. Результатом є сума з двох повторів заокруглена до першого десяткового знака.

Метод аналізування зараженості насіння

Із середньої проби відбирають чотири повтори по 50 або 100 насінин, залежно від їхнього виду. Для пророщування насіння у вологій камері використовують стерильні сухі чашки Петрі. На дно посудин кладуть три шари марлі або два шари фільтрувального паперу. Марлю чи папір у чашках зволожують водою з піпетки, злегка відкриваючи з одного боку кришку. Зволоження вважається достатнім, коли при нахилі чашки з марлі чи паперу стікають кілька крапель води. Насіння розкладають пінцетом на відстані 1–2 см одне від одного, залежно від розміру насінин. Закриті чашки або склянки з насінням поміщають у термостати для пророщування.

Для аналізу насіння у рулонах фільтрувального паперу використовують два шари паперу, зволожених до повної насиченості. Відбирають чотири проби по 50 або 100 насінин, для яких використовують смужки фільтрувального паперу

розміром 55 × 10 см або 110 × 10 см (з похибкою ± 2 см). Насіння викладають в одну лінію з інтервалом 1 см, на відстані 2-3 см від верхнього та бокових країв паперової смужки. Його кладуть зародками вниз, а округлі насінини — довільно. Розміщене на папері насіння накривають смужкою того ж зволоженого фільтрувального паперу, зверху додають корекс або смужку поліетиленової плівки, і все скручують у рулон. Рулони встановлюють вертикально у посудини і розміщують у термостаті при температурі 22-25 °С, не допускаючи підсихання; воду в піддоні термостата змінюють кожні 3-5 діб. Аналіз насіння проводять у строки, визначені для оцінки його схожості.

При аналізі на живильних середовищах відбирають чотири проби по 50 або 100 насінин і розміщують у стерильному посуді з живильним середовищем на картопляному, картопляно-глюкозному агарі або середовищі Чапека. У стерильні чашки Петрі діаметром 95-100 мм наливають 10 см³ стерилізованого агару товщиною 3-4 мм. Процес розливання агару і розміщення насіння здійснюють у стерильному боксі. Насіння промивають водою 1-2 години, дезінфікують 1%-м розчином азотнокислого срібла або 96%-м спиртом протягом 1-2 хвилин, потім промивають стерильною водою і просушують між листками стерильного фільтрувального паперу. Проби насіння по 50-100 шт. поміщають у чашки Петрі (по 10-25 шт. залежно від культури), і, використовуючи стерильний пінцет, розміщують на поверхні живильного середовища. Далі чашки поміщають у термостат для пророщування при температурі 22-25 °С. Пророщування та аналіз проводять протягом часу, передбаченого для оцінки схожості насіння.

Основні ознаки ураженості насіння можна класифікувати так:

1. Зовнішні зміни насіння: насінини мають тьмяний, щуплий вигляд і подряпану оболонку (наприклад, при ураженні насіння льону антракнозом та іншими захворюваннями).
2. Наявність у насінні сторонніх домішок, як-от склероції білої гнилі.

3. Плями та виразки різного кольору на поверхні насіння, як-от кармінно-рожеві плями при фузаріозі.
4. Наявність спор гриба, що прилипли до поверхні насінин.
5. Грибниця розташована під оболонкою насіння на різній глибині.
6. У певних умовах гриб формує плодові тіла на поверхні насінин у вигляді темних плям, видимих неозброєним оком.
7. Спороношення гриба з'являється на поверхні насіння у вигляді нальоту або «плісняви» [39].

Для перевірки визначення хвороб насіння частину колонії патогена, що розвинулася на живильному середовищі, досліджують під мікроскопом.

Зараженість насіння хворобами визначають на основі первинних результатів аналізу. У кожній пробі підраховують загальну кількість насіння, ураженого різними хворобами, включаючи бактеріальні інфекції за формулою:

$$X = \frac{N}{n} \times 100, \text{ де:}$$

N – сумарна кількість уражених насінин в пробах, шт;

n – кількість насінин, узятих для аналізу, шт.

Якщо на насінні або проростках виявлено одночасно декілька хвороб, зараженість кожної насінини враховують за найбільш вираженою хворобою. У випадку, коли хвороби проявляються з приблизно однаковою інтенсивністю, облік ведуть за тією, що вважається більш шкідливою. Всі дані заносять до таблиці.

Метод створення штучного інфекційного фону

Інфекційний фон створювали, додаючи інокулюм (насіння, заражене грибами роду *Fusarium*) у ґрунт перед сівбою. Для цього культуру гриба попередньо вирощували на стерильних субстратах, таких як насіння пшениці. Замочене на добу насіння засипали у колби, заповнюючи їх приблизно на третину, і додавали воду до 1/3 висоти субстрату. Субстрат стерилізували при тиску 1 атм протягом години. Після стерилізації зерно в колбах ретельно струшували, щоб запобігти ущільненню, і заражають культурою грибів. Під час росту вміст колб

періодично струшували. Через три тижні інфекцію вийняли із колб, розсипали тонким шаром і підсушили до повітряно-сухого стану. На дослідну ділянку заражене зерно вносили під оранку в лунки перед висіванням культури [39].

2.2.2 Польові методи

У польових дослідженнях визначають схожість насіння та густоту стояння рослин. Для цього з кожної повторності беруть 100 насінин, які вручну висівають окремо на тій же ділянці, незалежно від способу посіву. Після появи повних сходів проводять облік. Густану стояння рослин (кількість рослин або їх частин на одиницю площі чи відрізок рядка) вимірюють у фазу другого листка. Для маркування площі використовують рамку, всередині якої підраховують кількість рослин або їх частин.

У польових умовах для оцінки стійкості сорту до фузаріозного в'янення сої та технічної ефективності фунгіцидів також визначають показники ураженості та розвитку захворювання.

Облік проявів захворювань проводився у фазу цвітіння перед обробкою та на 7, 14, 21 день після обробки.

На кожній дослідній ділянці оглядали 25 рослин у середній її частині.

Для оцінки ураженості хворобами ми визначали їх поширення та розвиток за формулами:

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%, \text{ де:}$$

P – поширення хвороби, %;

n – кількість хворих рослин, шт.;

N – загальна кількість обстежених рослин, шт.;

$$R = \frac{\sum(a \times b) \times 100\%}{N \times K}, \text{ де:}$$

R – розвиток хвороби, %;

$\sum(a \times b)$ – сума частот балів;

N – загальна кількість обстежених рослин, шт.;

K – максимальний бал в шкалі ураження хворобою.

Ступінь ураження визначали за таблицею 2.3:

Таблиця 2.3. Шкала інтенсивності ураження бобових культур в'яненням і гнилями в період цвітіння-дозрівання бобів [45].

Бал ураження	Ступінь ураження	Характерні ознаки ураження рослин
0	Відсутнє	Рослини не уражені.
1	Слабке	Легке побуріння та почорніння кореневої шийки або основи стебла.
2	Середнє	Виражене побуріння і почорніння кореневої шийки або основи стебла, загнивання головного та бічних коренів.
3	Сильне	Сильне побуріння і загнивання основи стебла, уражені тканини вкриті білим, сірим або бурим нальотом, рослина легко виривається з ґрунту.
4	Дуже сильне	Рослина загинула.

Отриманий урожай збирали ручним способом. В кожному варіанті обліковували масу 1000 насінин, довжину стебла та кількість стручків/стебло.

Розділ 3. Результати досліджень

3.1 Вивчення патогенності штамів грибів роду *Fusarium* збудників фузаріозного в'янення сої

Фузаріозне в'янення є однією з найбільш шкідливих хвороб сої, що спричиняє значні втрати врожаю через ураження кореневої системи та судинних тканин рослин. Вивчення особливостей поширення цієї хвороби в умовах ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція» є важливим етапом для розробки ефективних заходів захисту, адаптованих до місцевих агроекологічних умов. У цьому контексті проведення штучного зараження насіння сої в лабораторних і польових умовах відіграє важливу роль. Такий метод дозволяє отримати чітке уявлення про патогенність збудника, оцінити стійкість різних сортів і на практиці перевірити ефективність профілактичних та захисних заходів.

Для визначення патогенності збудників хвороб роду *Fusarium* насіння сої у кількості 150 насінин (3х кратна повторність) заражали штамми грибів: *Fusarium oxysporum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* і висівали в стерильний пісок (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Пророщування насіння сої в стерильному піску (фото автора).

Ростильні з інокульованими зразками ставили на пророщування в термостат при температурі 24°C. Обліковували рослини на 7-й день. Результати представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Патогенність грибів роду *Fusarium* в лабораторних умовах.

Штам гриба	Енергія проростання, %	Схожість, %
Контроль	100	86,2
<i>Fusarium culmorum</i> 1	42,3	40,1
<i>Fusarium avenaceum</i> 2	5,6	22,6
<i>Fusarium oxysporum</i> 3	4,2	18,3

В результаті, було виявлено сильну патогенність штамів *Fusarium oxysporum* та *Fusarium avenaceum*, які в середньому уражували 94,4-95,8 % рослин сої. Ураження проявлялось у вигляді біло-рожевого ватяного нальоту на насінні та, іноді, у вигляді некрозу сім'ядоль (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Штучне зараження сої грибами з роду *Fusarium*: 1. *Fusarium oxysporum* 2. *Fusarium avenaceum* 3. *Fusarium culmorum*

Також ураженість насіння сої грибами з роду *Fusarium* вплинуло на схожість насіння - у порівнянні з контролем (86,2 %) всього взійшло заражених насінин від 18,3% (*Fusarium oxysporum*) до 40,1 % (*Fusarium culmorum*).

3.2 Динаміка розвитку та поширення фузаріозного в'янення сої

Моніторинг та оцінка динаміки розвитку хвороб сої протягом усього вегетаційного періоду є важливою складовою ефективного управління посівами та забезпечення високої врожайності. Особливо це стосується такого небезпечного

захворювання, як фузаріозне в'янення, яке здатне завдати значної шкоди врожаю, знижуючи продуктивність рослин та стійкість посівів.

Фузаріозне в'янення сої проявляється на дорослих рослинах у вигляді зниження росту, пожовтіння нижнього ярусу листя, яке поступово поширюється догори (рис. 3.3). Листя втрачає тургор, скручується, засихає, але тривалий час залишається прикріпленим до стебла. Стебла рослин стають блідими, з помітним пожовтінням і побурінням (рис. 3.4). В умовах підвищеної вологості на коренях та основі стебла може з'являтися біло-рожевий наліт грибниці.



Рис. 3.3. А – уражені рослини фузаріозним в'яненням сої. Б – здорові рослини (фото автора)



Рис. 3.4. Характерне ураження стебла фузаріозним в'яненням сої (фото автора)

Для ефективного захисту сої від фузаріозного в'янення важливо знайти оптимальні комбінації фунгіцидів, які забезпечують максимальне зниження

поширення та розвитку хвороби. Проведення досліджень, спрямованих на вивчення дії окремих препаратів та їх поєднань, є необхідним для розробки ефективної стратегії боротьби з фузаріозним в'яненням. У представленій таблиці наведено результати випробувань впливу різних препаратів і їх комбінацій на показники поширення і розвитку хвороби в умовах господарства (табл. 3.2).

Таблиця. 3.2. Вплив фунгіцидів на поширення та розвиток фузаріозного в'янення сої в господарстві ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція».

№	Варіант	Поширення, %	Розвиток, %
1	Контроль (без обробки)	28,6	15,6
2	<i>Fusarium oxysporum</i> (F1)	67,5	23,6
3	<i>Fusarium avenaceum</i> (F2)	58,9	19,8
4	<i>Fusarium culmorum</i> (F3)	64,8	20,4
5	F1 + Максим XL 035 FS	29,3	7,6
6	F2 + Максим XL 035 FS	26,5	9,8
7	F3 + Максим XL 035 FS	26,9	8,7
8	F1 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	18,8	6,7
9	F2 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	17,6	6,3
10	F3 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	17,3	6,6
11	F1 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	24,4	6,9
12	F2 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	24,1	7,4
13	F3 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	25,7	7,3
14	F1 + Максим XL 035 FS + Мікохелп)	10,8	5,8
15	F2 + Максим XL 035 FS + Мікохелп	10,2	5,4
16	F3 + Максим XL 035 FS + Мікохелп	9,7	5,3
17	Максим XL 035 FS	4,3	1,8

18	Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	3,2	1,4
19	Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	4,6	1,6
20	Максим XL 035 FS + Мікохелп	2,4	0,6
	НіР ₀₅		

Згідно з таблиці 3.2 використання хімічних фунгіцидів, таких як Максим XL 035 FS та Амістар Екстра 280 SC, забезпечило високу ефективність у пригніченні фузаріозного в'янення сої. Застосування Максим XL 035 FS окремо зменшило поширення хвороби до 4,3% і розвиток до 1,8%, а у поєднанні з Амістар Екстра 280 SC – до 3,2% і 1,4% відповідно. Біологічні фунгіциди, зокрема Фітоцид-р та Мікохелп, показали дещо нижчу, але суттєву ефективність. Наприклад, використання Максим XL 035 FS разом з Мікохелпом знизило поширення до 2,4% і розвиток до 0,6%, що є найкращим результатом серед усіх варіантів. Комплексне застосування хімічних і біологічних препаратів продемонструвало синергетичний ефект, суттєво знижуючи показники поширення та розвитку хвороби порівняно з окремим використанням препаратів, що підкреслює доцільність інтегрованого підходу в захисті сої від фузаріозного в'янення.

3.3. Структурний аналіз врожайності

Оцінка врожайності сої є ключовим етапом аграрних досліджень, адже вона дозволяє визначити продуктивність сортів, ефективність агротехнічних методів та оптимізувати використання ресурсів. В таблиці представлені дані щодо врожайності сої при різних варіантах обробки фунгіцидами (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Показники врожайності сої в умовах господарства ВП НУБіП «Агрономічна дослідна станція».

№	Варіант	Довжина стебла, см	Кіл-сть бобів, шт/рослину	Маса 1000 насінин, г	Врожайність, т/га
---	---------	--------------------	---------------------------	----------------------	-------------------

1	Контроль (без обробки)	83,1	73	186,5	2,57
2	<i>Fusarium oxysporum</i> (F1)	72,8	64	161,0	1,97
3	<i>Fusarium avenaceum</i> (F2)	76,3	60	163,1	1,99
4	<i>Fusarium culmorum</i> (F3)	79,6	57	163,6	1,88
5	F1 + Максим XL 035 FS	87,4	88	186,3	3,02
6	F2 + Максим XL 035 FS	84,3	91	184,2	3,1
7	F3 + Максим XL 035 FS	86,0	89	185,5	3,05
8	F1 + Максим + Амістар Екстра 280 SC	87,6	92	199,1	3,4
9	F2 + Максим + Амістар Екстра 280 SC	87,3	94	204,5	3,33
10	F3 + Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	86,7	94	203,1	3,54
11	F1 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р (<i>Bacillus subtilis</i>)	80,2	83	193,3	2,98
12	F2 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	78,8	85	224,1	2,87

13	F3 + Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	79,2	87	189,8	2,88
14	F1 + Максим XL 035 FS + Мікохелп	103,6	90	201,2	3,01
15	F2 + Максим XL 035 FS + Мікохелп	101,8	87	188,9	3,2
16	F3 + Максим XL 035 FS + Мікохелп	101,9	77	189,8	3,05
17	Максим XL 035 FS	90,6	101	209,2	3,9
18	Максим XL 035 FS + Амістар Екстра 280 SC	96,2	105	211,3	4,1
19	Максим XL 035 FS + Фітоцид-р	92,6	99	204,1	3,94
20	Максим XL 035 FS + Мікохелп	90,3	115	210,8	4,5

З огляду на таблицю 3.3 сої було встановлено, що застосування хімічних фунгіцидів (Максим XL 035 FS, Амістар Екстра 280 SC), біологічних препаратів (Мікохелп, Фітоцид-р) та їх комбінацій значно впливає на зменшення проявів хвороби та підвищення врожайності культури. Найкращі результати спостерігалися при комплексному використанні хімічних препаратів: Максим XL 035 FS у поєднанні з Амістар Екстра 280 SC забезпечили врожайність до 4,1 т/га, що є максимальним показником серед усіх варіантів. Біологічні препарати продемонстрували помірну ефективність, підвищуючи врожайність у поєднанні з Максим XL 035 FS до 3,94 т/га (Фітоцид-р) та до 4,5 т/га (Мікохелп). Таким чином, найбільш ефективним є використання комплексних схем захисту, які поєднують

хімічні та біологічні фунгіциди, що не лише пригнічують фузаріозне в'янення, але й сприяють максимальному збільшенню кількості та якості врожаю.

Розділ 4. Охорона праці

Охорона праці прописана в таких законодавчих та нормативних документах як Закон України «Про пестициди і агрохімікати», Державні санітарні правила «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві», Закон України «Про охорону праці», Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».

Зберігання та транспортування пестицидів і агрохімікатів є строго регламентованими процесами, спрямованими на запобігання небезпеці для здоров'я працівників і навколишнього середовища. Пестициди дозволено зберігати лише у спеціалізованих складах, які відповідають нормативам будівництва та технологічного проектування. Усі склади мають бути обладнані згідно з санітарними нормами та мати паспорт, виданий після перевірки санітарно-епідеміологічною службою. Паспорт оновлюється щорічно.

Обов'язкове розділення пестицидів у складських приміщеннях передбачає ізольовані секції для надзвичайно небезпечних і вибухонебезпечних речовин. Крім того, склади повинні мати відповідні заходи протипожежної безпеки (вогнегасники, ящики з піском тощо).

Контроль за зберіганням пестицидів включає періодичні інвентаризації, а також запис усіх операцій у книгу приходу та витрати, яка зберігається під замком. Відповідальність за дотримання правил покладено на завідувача складу [25].

Пестициди відносяться до небезпечних вантажів, тому їх перевезення допускається лише за спеціально розробленими нормами безпеки та за участю підготовленого персоналу. Кожен транспортний засіб для перевезення пестицидів має бути паспортизованим і повинен мати попереджувальні знаки «Отрути».

Обмеження швидкості транспортування: під час перевезення пестицидів максимальна швидкість обмежена до 40 км/год, а за складних погодних умов знижується до 20 км/год. Заборонено перевозити пестициди при поганій видимості (до 300 м).

У разі аварій під час транспортування виділяються спеціальні бригади, навчені безпечним діям для ліквідації аварійних ситуацій. Для перевезення небезпечних вантажів суднами або повітряним транспортом застосовуються додаткові вимоги, зокрема, контроль за вентиляцією та герметичністю контейнерів [20].

Основні принципи державної політики у сфері використання пестицидів та агрохімікатів в Україні передбачають обов'язковий пріоритет охорони здоров'я людини і навколишнього середовища перед економічними вигодами їх застосування. До основних аспектів захисту довкілля відносяться охорона атмосферного повітря, ґрунтів та водних ресурсів.

При застосуванні пестицидів розробляють комплексні заходи для обмеження викидів в атмосферу, зокрема розробляються календарні графіки робіт, щоб уникнути надмірного накопичення шкідливих речовин у повітрі. Особливий контроль здійснюється в місцях зберігання та переробки пестицидів (склади, насінневі заводи тощо).

Заборонено використовувати авіаобробки ближче 1 км до житлових зон; на таких ділянках дозволено лише наземне обприскування.

Для зниження забруднення повітря використовуються сучасні препаративні форми (гранульовані, мікрокапсули), а також спеціальні добавки до робочих розчинів, які знижують випаровування токсичних речовин.

У разі перевищення допустимих норм концентрації пестицидів у повітрі населених пунктів, застосування таких препаратів зупиняється до стабілізації рівня нижче встановлених гігієнічних норм [24].

З метою зниження рівня забруднення ґрунтів застосовують малооб'ємне або ультрамалооб'ємне обприскування, а також гранульовані пестициди, що мінімізує контакт діючої речовини з ґрунтом.

Контроль за вмістом залишків пестицидів здійснюють різні органи залежно від призначення землі (сільськогосподарська, рекреаційна тощо), наприклад,

Міністерство охорони здоров'я контролює землі населених пунктів, а Міністерство лісового господарства - ґрунти в лісах.

Регулярні дослідження здійснюються до початку обробок, після завершення вегетаційного періоду та зняття врожаю. У разі аварій або перевищення норм залишкових кількостей проводяться додаткові дослідження [25].

Дотримання встановлених стандартів і норм для захисту водних ресурсів, регламентує, як проводити роботу з пестицидами, щоб запобігти потраплянню забруднювачів у поверхневі та підземні води.

У санітарно-захисних зонах навколо джерел водопостачання діє заборона на використання агрохімікатів, щоб уникнути забруднення.

Під час транспортування і зберігання пестицидів застосовуються спеціальні заходи безпеки для ізоляції від водойм. Рекомендується розміщувати склади пестицидів на значній відстані від річок, озер та інших джерел водопостачання [22-23].

Правильне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов'язковою умовою безпечної роботи з пестицидами та агрохімікатами, що значно знижує ризики для здоров'я працівників.

Комплект ЗІЗ включає спецодяг, спецвзуття, рукавиці або рукавички, захисні окуляри, респіратори або протигази. Усі засоби повинні бути підібрані індивідуально для кожного працівника та закріплені за ним на весь період робіт.

Спецодяг повинен бути виготовлений із водонепроникних матеріалів. Для захисту очей необхідні герметичні окуляри, а для органів дихання — відповідні респіратори, залежно від типу та класу небезпечності пестицидів [37].

ЗІЗ повинні зберігатися в індивідуальних шафах у спеціально відведених сухих, чистих і добре провітрюваних приміщеннях. Заборонено зберігати ЗІЗ разом з пестицидами або використовувати їх поза роботою.

Засоби захисту органів дихання мають обмежений час дії, після якого фільтри респіраторів або протигазів підлягають негайній заміні. Поява запаху

пестициду під респіратором свідчить про непридатність фільтра і необхідність заміни. При роботі з речовинами IV та III класів небезпечності використовуються респіратори типу ШБ-1, «Лепесток» та інші. Для більш небезпечних речовин застосовуються універсальні або протигазові респіратори типу РУ-60М. Для захисту рук застосовуються гумові рукавички з трикотажною основою, а для ніг — гумові чоботи, стійкі до дії пестицидів. Ці засоби забезпечують бар'єрний захист від прямого контакту з небезпечними речовинами. Після закінчення роботи ЗІЗ потребують очищення. Окуляри респіраторів протираються 5% розчином соди, а спецодяг підлягає централізованому пранню та дегазації не рідше, ніж через шість робочих днів або за потреби.

До роботи з пестицидами допускаються тільки особи, які пройшли медичний огляд та спеціальну підготовку. Особи молодше 18 років, вагітні та жінки, що годують груддю, до таких робіт не допускаються.

Приміщення лабораторії мають відповідати вимогам санітарії та безпеки. Для роботи з небезпечними мікроорганізмами потрібні спеціалізовані бокси з негативним тиском, що запобігають виходу патогенів за межі робочої зони. Усі поверхні, інструменти та обладнання потребують регулярної стерилізації за допомогою ультрафіолетових ламп або хімічних дезінфекційних засобів. Приміщення повинно бути обладнане системою вентиляції з фільтрами HEPA, що видаляють дрібні частинки та аерозолі, що можуть містити мікроорганізми.

Працівники повинні використовувати лабораторні халати, рукавички, захисні окуляри та респіратори (тип залежить від класу безпеки мікроорганізмів). Для роботи з особливо небезпечними патогенами рекомендуються повні захисні костюми з дихальними апаратами. Перед входом та виходом з лабораторії слід ретельно мити руки і дезінфікувати їх, а після завершення роботи всі ЗІЗ підлягають очищенню або одноразовому використанню (з подальшою утилізацією).

Кожен етап, пов'язаний із взяттям, обробкою та зберіганням культур мікроорганізмів, виконується під спеціальними витяжними шафами або у ламінарних боксах, що запобігають поширенню мікроорганізмів у повітрі.

Будь-які біологічні відходи (проби, культуральні середовища) після використання підлягають автоклавуванню або знезараженню в спеціальних дезінфекційних розчинах.

Працівники лабораторій зобов'язані проходити медичний огляд та вакцинацію (за необхідності) проти специфічних патогенів, з якими вони працюють.

Працівники повинні бути навчені правилам роботи та інструкціям із захисту при роботі з кожним типом мікроорганізмів.

Оцінка ризиків: для кожного виду мікроорганізмів передбачені заходи щодо визначення ризиків зараження або витоку [23, 34].

Надання першої допомоги при отруєнні пестицидами має бути оперативним і ефективним, оскільки такі отруєння можуть мати важкі наслідки для здоров'я. Допомога включає етапи само- та взаємодопомоги, що здійснюють самі працівники, а також допомогу з боку медичних працівників.

Потерпілого слід негайно вивести із зони, де міститься пестицид, зняти з нього засоби індивідуального захисту і звільнити від здавлюючого одягу. Це допоможе уникнути подальшого впливу токсичних речовин.

Якщо пестицид потрапив на шкіру, його необхідно змити струменем води (бажано з милом), або видалити за допомогою ватного тампона, після чого промити шкіру чистою водою.

У випадку потрапляння пестициду в очі — промити їх великою кількістю чистої води для уникнення подразнень та пошкоджень.

Потерпілому потрібно випити кілька склянок води або слабого розчину марганцівки (слабо-рожевого кольору) і викликати блювоту. Процедуру рекомендується повторити 2-3 рази.

Далі слід дати потерпілому активоване вугілля (4-5 таблеток) та тільки сольове проносне (наприклад, 20-30 г гіркої солі, розчиненої у 0,5 склянки води).

Постраждалого потрібно зігріти, але якщо він у непритомному стані, грілки слід використовувати обережно, щоб уникнути опіків. При отруєннях, що викликають підвищення температури (наприклад, ДНОК, пентахлорфенол), застосування тепла протипоказане, тому використовуються холодні компреси.

Якщо дихання послаблюється, потерпілому дають нюхати нашатирний спирт. У випадку зупинки дихання необхідно негайно приступити до штучної вентиляції легенів методом «рот у рот» або «рот у ніс».

При ознаках отруєння фосфорорганічними сполуками (задишка, підвищене слиновиділення, м'язові посмикування) слід прийняти препарати беладони, наприклад, 3-4 таблетки бесалолу або 2-3 таблетки белалгіну [35].

ВИСНОВКИ

1. Лабораторні дослідження схожості насіння сої показали високу патогенність штамів *Fusarium oxysporum* та *Fusarium avenaceum*, які викликали ураження 94,4–95,8% рослин. Характерними ознаками ураження були біло-рожевий ватяний наліт на насінні та некроз сім'ядоль. Інфікування насіння грибами роду *Fusarium* суттєво знизило його схожість: порівняно з контролем (86,2%), проростання заражених насінин становило лише 18,3% для *Fusarium oxysporum* і 40,1% для *Fusarium culmorum*.

2. Хімічні фунгіциди, зокрема Максим XL 035 FS та Амістар Екстра 280 SC, продемонстрували високу ефективність у боротьбі з фузаріозним в'яненням сої. Використання Максим XL 035 FS зменшило поширення хвороби до 4,3% та її розвиток до 1,8%, а в комбінації з Амістар Екстра 280 SC – до 3,2% і 1,4% відповідно. Біологічні фунгіциди, такі як Фітоцид-р та Мікохелп, забезпечили трохи нижчу, але відчутну ефективність. Найкращий результат було досягнуто при поєднанні Максим XL 035 FS з Мікохелпом, що знизило поширення хвороби до 2,4% і її розвиток до 0,6%. Комплексне застосування хімічних і біологічних препаратів створило синергетичний ефект, суттєво підвищуючи захист рослин і підкреслюючи важливість інтегрованого підходу в боротьбі з фузаріозним в'яненням.

3. Дослідження ефективності методів захисту сої від фузаріозного в'янення виявило, що застосування хімічних фунгіцидів (Максим XL 035 FS, Амістар Екстра 280 SC), біологічних препаратів (Мікохелп, Фітоцид-р) та їх комбінацій суттєво зменшує прояви хвороби і підвищує врожайність. Максимальний урожай (4,1 т/га) досягався при використанні Максим XL 035 FS у поєднанні з Амістар Екстра 280 SC. Біологічні препарати забезпечили помірну ефективність, підвищуючи врожайність у комбінації з Максим XL 035 FS до 3,94 т/га (Фітоцид-

p) і до 4,5 т/га (Мікохелп). Найефективнішим є застосування комплексних схем захисту, що поєднують хімічні та біологічні засоби, забезпечуючи максимальний захист від хвороби та збільшення кількості і якості врожаю.

Список використаної літератури

1. Aminjonova Charoskhon Akmalovna Biological properties of soybean. International Conference on Developments in Education, Sciences and Humanities. Hamburg, Germany. March 15th-16th 2022. P. 90-94. URL: <https://www.econferencezone.org/index.php/ecz/article/download/150/129>
2. Bin Wang, Yongsheng Gao, Xiaohui Yuan, Shengwu Xiong, Xianzhong Feng From species to cultivar: Soybean cultivar recognition using joint leaf image patterns by multiscale sliding chord matching. *Biosystems Engineering*, vol. 194. Elsevier. 2020. P. 103. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.03.019>
3. FAOSTAT <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
4. Gianluca Rizzo, Luciana Baroni Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. *Nutrients*. 2018, 10(1), 43. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10010043>
5. H. Bleiholder, Frau E. Weber, C. Feller... R. Stauss Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph. Ed. By Uwe Meier. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2001. P. 94-98. URL: <https://www.politicheagricole.it/flex/AppData/WebLive/Agrometeo/MIEPFY800/BBCHengl2001.pdf>
6. Hymowitz, T. (2004) Speciation and cytogenetics. In: Boerma, H.R. and Specht, J.E. (eds) *Soybeans: Improvement, Production, and Uses*, 3rd edn. Agronomy Monograph 16. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA, 1144 pp.
7. John F. Leslie, Brett A. Summerell *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Publishing, 2006. 388 p.
8. Jürgen Recknagel, Leopold Rittler, Donal Murphy-Bokern Choosing soybean cultivars. *Legume Hub*. 2021. https://www.legumehub.eu/is_article/choosing-soybean-cultivars/
9. Larry C. Purcell, Montserrat Salmeron, Lanny Ashlock *Arkansas Soybean handbook*. University of Arkansas, Soybean Commodity Committee of the

CooperativeExtension

Servise.

URL:

<https://www.uaex.uada.edu/publications/pdf/mp197/mp197fullpub.pdf>

10. M. L. Chiotta, M. S. Alaniz Zanon, J. M. Palazzini, M. M. Scandiani, A. N. Formento, G. G. Barros, S. N. Chulze Pathogenicity of *Fusarium graminearum* and *F. meridionale* on soybean pod blight and trichothecene accumulation. *Plant Pathology*, vol. 65, issue 9. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/ppa.12532>
11. Michaela Zemankova, Ales Lebeda *Fusarium* Species, their Taxonomy, Variability and Significance in Plant Pathology. *Plant Protection Science*, vol. 37, No. 1. P. 25-42.
12. Paul E. Nelson, M. Cecilia Dignani, Elias J. Anaissie Taxonomy, Biology, and Clinical Aspects of *Fusarium* Species. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 7, No. 4. 1994. P. 479-504.
13. SAATBAU PROBSTDORFER: що любить соя та як вибрати правильне насіння. SAATBAU. 2023. URL: <https://www.sb-ps-ua.com/saatbau-probstdorfer-%D1%89%D0%BE-%D0%BB%D1%8E%D0%B1%D0%B8%D1%82%D1%8C-%D1%81%D0%BE%D1%8F-%D1%82%D0%B0-%D1%8F%D0%BA-%D0%B2%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB/>
14. Theodora I Ekwomadu, Stephen A Akinola, Mulunda Mwanza *Fusarium* Mycotoxins, Their Metabolites (Free, Emerging, and Masked), Food Safety Concerns, and Health Impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. DOI: 10.3390/ijerph182211741.
15. Vorobey N., Kukol K., Pukhtaievych P., Kots T. Symbiotic and physiological indicators of soybean inoculated of *Bradyrhizobium japonicum* single-strain in 7 days before sowing. *Acta agriculturae Slovenica*, 118 (2):1. 2022. P. 6. DOI:10.14720/aas.2022.118.2.1867

16. Why Soybean Meal Dominates the Animal Feed Market. Andersen International Crop. <https://www.andersonintl.com/why-soybean-meal-dominates-the-animal-feed-market/#:~:text=Soy%20meal%20combines%20all%20these,as%20companion%20pets%20like%20dogs>.
17. Адаменко П.О. Визначення шкідливої дії фузаріозу на посівах сої та сучасний стан обмеження його розвитку. Бюлетень Харківського Національного Аграрного Університету. Серія «Фітопатологія та ентомологія», №10. 2013. С. 7-16.
18. Антоненко О.Ф., Савчук Ю.М. Вплив строків сівби та мікродобрив на розвиток рослин ріпаку озимого в умовах правобережного Лісостепу України. Вісник ЖНАЕУ, №1 (53), т.1. 2016. С. 87-94.
19. Губенко Л. Інтегрована система захисту сої. Журнал «Пропозиція», №3. 2021 р. URL: <https://propozitsiya.com/ua/integrovana-systema-zahystu-soyi>
20. Державні санітарні правила "Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві" ДСанПіН 8.8.1.2.001-98. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MOZ7860>
21. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 01.01.2004]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 148 с. URL: https://www.agrodialog.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/dstu-4138_2002.pdf
22. ДСТУ 8606-1:2015 Вода природних джерел. Захист від забруднювання. Частина 1. Основні положення. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=73820
23. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12#Text>

24. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
25. Закон України «Про пестициди і агрохімікати». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80>
26. Казакова І.В., Кондратюк Н.В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. Ефективні економіка, №5. 2015. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4070>
27. Каталог насіння та засобів захисту рослин. Сингента. 2016. 152 с.
28. Кириченко В.В., Рябуха С.С., Кобизаєва Л.Н., Посилаєва О.О., Чернишенко П.В. Сщя (*Glycine max* (L.) Merr.): монографія. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2016. 400 с.
29. Ключові хвороби сої в сезоні-2022. Сингента. 2023. URL: <https://www.syngenta.ua/klyuchovi-khvoroby-soyi-v-sezoni-2022>
30. Л.І. Бублик, Г.І. Васечко, В.П. Васильєв... М.О. Шляховий Довідник із захисту рослин. Урожай. Київ, 1999. 744 с.
31. Марков І. Діагностика інфекційних хвороб сої. Агробізнес сьогодні. 2013. № 12. С. 20–28.
32. Марков І.Л. Інтегрований захист сої від хвороб. Журнал Агроном. 2013. URL: <https://www.agronom.com.ua/integrovanuj-zahyst-soyi-vid-hvorob/>
33. Михайлов В.Г., Стрихар А.Е., Щербина О.З., Черненко Є.В. Основи технології вирощування сої. ВП «Едельвейс». Київ, 2012. 24 с.
34. Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці. 2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text>

35. Міністерство охорони здоров'я України. Порядок надання первинної медичної допомоги. 2018 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0348-18#Text>
36. Петриченко В.Ф., Патица В.П., Пасічник Л.А. та ін. Хвороби сої: моніторинг, діагностика захист. Вінниця. ТОВ Віндрук. 2016. 106 с.
37. Постанова про Порядок забезпечення органів, що здійснюють державний контроль за застосуванням пестицидів і агрохімікатів, стандартними зразками пестицидів і агрохімікатів, методиками визначення їх залишкових кількостей від 19 лютого 1996 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-96-%D0%BF#Text>
38. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2023 році. Управління карантину та захисту рослин, контролю за якістю зерна та продуктів його переробки, Департамент контролю в сферах насінництва та розсадництва, карантину та захисту рослин, за якістю зерна, Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. 2023. 258 с.
39. Ретьман С.В., Лісовий М.П. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві. Колобі. Київ, 2013. С. 128-131.
40. Розора Л., Соловійов О. Хвороби вегетативної маси сої та засоби їх контролю. Сингента. 2021. <https://www.syngenta.ua/korysna-agronomichna-informaciya/maysternya-agrariya/hvoroby-vegetatyvnoyi-masy-soyi-ta-zasoby-yih>
41. Рубан М.Б., Гадзало Я.М., Бобось І.М., Гончаренко О.І., Лікар Я.О. Сільськогосподарська ентомологія: підручник, за ред. к.б.н. Рубана М.Б. Арістей. Київ. 2007. 520 с.
42. Сингх, Гурикбал Соя: біологія, виробництво, використання. Київ: Издательский дом «Зерно», 2014. 656 с.

- 43.Сторчоус І. Шкідники сої. Пропозиція. 2021. URL: <https://propozitsiya.com/ua/shkidnyky-soyi>
- 44.Ткачова С.В. Захист посівів сої від шкідників. Агрономія Сьогодні. 2012. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/245-zakhyst-posiviv-soi-vid-shkidnykiv.html>
- 45.Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів. Світ. Київ, 2001. 448 с.
- 46.Трибель. С.О., Стригун О.О. Фітосанітарний стан агроценозів сої та інтегрований захист рослин. Захист і карантин рослин, вип. 57. 2011. С. 224-247.
- 47.Ярослава Кренців, Людмила Медведєва, Олег Гайденко. Сорти сої: обираємо кращий. Агробізнес сьогодні. 2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19517-sorty-soi-obyraiemo-krashchy.html>